UNIVERSITE DE TOULOUSE

FACULTÉ MIXTE DE MÉDECINE et de PHARMACIE

ANNEE 1950 N° 126

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES EAUX MINÉRALES DE BARBAZAN

THÈSE

Pour le Doctorat de l'Université

(mention Pharmacie)

Présentée et soutenue publiquement en Juillet 1950

PAR

PAUL BERTRAND

PHARMACIEN

MEMBRES DU JURY

MM.	BRUSTIER	*Président.*
	BLANC	*Assesseurs.*
	BOUISSET	
	AUVERGNAT	
	BRUNAUD	
	ASTRE	*Suppléant.*

TOULOUSE

IMPRIMERIE MODERNE

22, rue Sainte-Ursule, 22

—

1950

UNIVERSITE DE TOULOUSE

FACULTÉ MIXTE de MÉDECINE et de PHARMACIE

TABLEAU DU PERSONNEL

DOYEN ..... MM. LEFEVRE
ASSESSEUR ..... BRUSTIER
Doyens honoraires ..... GORSE, CALVET

PROFESSEURS HONORAIRES

MM. RISPAL, MERIEL, RIBAUT, LAFFORGUE, SERR, CLERMONT, VALLOIS, GARIPUY

PROFESSEURS

Clinique de neurologie et psychiatrie	MM.	RISER
Clinique médicale		TAPIE (J.) ROQUES
Clinique obstétricale		GUILHEM,
Physiologie		SOULA
Clinique chirurgicale du cancer		DUCUING
Physique biologique et médicale		BUGNARD
Clinique des Maladies cutanées et syphilitiques		NANTA
Chimie et Toxicologie		BRUSTIER
Pathologie generale et médecine expérimentale		SENDRAIL
Clinique chirurgicale et gynécologique		LEFEBVRE
Anatomie		LAZORTHES
Histoire naturelle		DELAS
Clinique médicale infantile et puériculture		SOREL R.
Pharmacie		CAUJOLLE
Pathologie interne et Clinique des Maladies de la Tuberculose		MOREL
Bactériologie, hygiène et médecine sociale		ANDRIEU
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie		VIRENQUE
Clinique des Maladies des Voies urinaires		FABRE (P.)
Matière médicale		VINCENT
Hydrologie thérapeutique et Climatologie		MÉRIEL
Anatomie Pathologique		FABRE (J.)
Clinique Oto-rhino-laryngologique et Chirurgie Maxillo-faciale		CALVET
Clinique ophtalmologique		CALMETTES
Chimie Biologique		VALDIGUIE (P.)
Médecine légale et du Travail		PLANQUES
Histologie et Embryologie		BROUSSY
Médecine Sociale		BOUNHOURE
Thérapeutique		GADRAT
Pathologie Chirurgicale		GRIMOUD

PROFESSEURS SANS CHAIRE

Physiologie..... M. BAISSET, Anatomie..... COULOUMA

MAITRES DE CONFÉRENCES AGRÉGÉS

Anatomie	MM.	POULHÈS
Histologie		BIMES ch. f.
Sciences Naturelles		BOUISSET
Bactériologie	Mme	ENJALBERT
Chimie Biologique	MM.	POLONOVSKI
Physique Médicale		AUVERGNAT
Pharmacie		COUTURIER
Chimie Générale Pharmaceutique		BLANC
Botanique	Mme	DULUCQ-MATHOU.

AGRÉGÉS

Médecine	DARNAUD GERAUD DARDENNE LAPORTE (J.) BAUDOT	Chirurgie	RIEUNAU DIEULAFE DAMBRIN (P.)

Ophtalmologie	MM.	DEODATI
Physique médicale		MARQUES
Obstétrique		PONTONNIER
Odonto-stomatologie		CADENAT
Oto-Rhino Laryngol		CLAUX

COURS COMPLEMENTAIRES

Cours d'obstétrique aux élèves sages-femmes	MM.	GUILHEM.
Chimie biologique		DOUSTE-BLAZY
Chimie minérale		BLANC
Physique pharmaceutique		AUVERGNAT
Dermatologie et Syphiligraphie		BAZEX
Législation pharmaceutique		BOUISSET
Clinique de la Tuberculose		MOREL L.
Chimie pulmonaire		DAMBRIN (P.)
Parasitologie		LASSERRE
Botanique et Cryptogamie	Mme	DULUCQ-MATHOU
Chimie analytique	MM.	BLANC
Hydrologie et géologie		ASTRE
Anatomie médico-chirurgicale		THOMAS
Pharmacodynamie — Etudiants en Médecine		BAISSET
Pharmacodynamie — Etudiants en Pharmacie		CAUJOLLE
Bactériologie et Hygiène		LAPORTE
Urologie		LHEZ
Ophtalmologie		DEODATI
Neuro-Chirurgie		LAZORTHES
Mycologie		MORQUER
Psychiatrie		GAYRAL
Physiologie		COLOMBIES
Secrétaire de la Faculté		ARGILAS

La Faculté déclare n'être pas responsable des opinions émises par les candidats (Délibération en date du 12 mai 1891).

UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

FACULTÉ MIXTE DE MÉDECINE et de PHARMACIE

ANNEE 1950 N° 126

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES EAUX MINÉRALES DE BARBAZAN

THÈSE

Pour le Doctorat de l'Université

(mention Pharmacie)

Présentée et soutenue publiquement en Juillet 1950

PAR

PAUL BERTRAND

PHARMACIEN

MEMBRES DU JURY	MM. BRUSTIER	*Président.*
	BLANC BOUISSET AUVERGNAT BRUNAUD	*Assesseurs.*
	ASTRE	*Suppléant.*

TOULOUSE

IMPRIMERIE MODERNE

22, rue Sainte-Ursule, 22

1950

A LA MEMOIRE DE MA MERE

Prématurément enlevée à mon affection.

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

A LA MEMOIRE DE MES GRANDS-PARENTS

A MON PERE

Témoignage bien faible de ma profonde affection.

A MA FEMME

A MES ENFANTS

A MA TANTE

Sa sollicitude et son dévouement me furent d'un précieux secours.

A MES BEAUX-PARENTS

A TOUS LES MIENS

A MES AMIS

A NOTRE PRÉSIDENT DE THÈSE :

MONSIEUR LE PROFESSEUR BRUSTIER

Officier de la Légion d'honneur.
Professeur de Chimie et de Toxicologie,
Inspecteur Principal des Pharmacies.

Vous m'avez fait le grand honneur de m'accueillir parmi vos collaborateurs et me témoignez encore votre sollicitude en acceptant la présidence de mon Jury de Thèse.

Veuillez trouver ici l'assurance de ma respectueuse reconnaissance et de mon affectueux attachement.

A NOTRE JURY DE THÈSE :

MONSIEUR LE PROFESSEUR BLANC

Maître de Conférences Agrégé,

Pharmacien-Chef du Centre Hospitalier Régional de Toulouse.

Vous avez bien voulu m'attacher à votre laboratoire où j'ai senti le prix de votre confiance et de vos conseils.

Puisse ce modeste travail vous exprimer ma gratitude et vous assurer de toute mon affection.

MONSIEUR LE PROFESSEUR BOUISSET

Maître de Conférences Agrégé.

En respectueux hommage.

MONSIEUR LE PROFESSEUR AUVERGNAT

Maître de Conférences Agrégé.

En témoignage de sincère reconnaissance.

MONSIEUR ASTRE

Chargé de Cours à la Faculté.

En respectueux hommage.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR BRUNAUD

Professeur de Physiologie à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse.

Vous n'avez cessé de me prodiguer vos judicieux conseils.

Veuillez accepter l'expression de ma gratitude et l'assurance de mes sentiments respectueux.

A MES MAITRES DE LA FACULTE

DE MEDECINE ET DE PHARMACIE

DE TOULOUSE

INTRODUCTION

La France possède une richesse hydrominéralogique de premier plan qui lui permet de soutenir la comparaison avec n'importe quelle nation européenne. Avant le début de ce siècle, nous mésestimions beaucoup trop le trésor hydrologique dont, généreusement, la nature nous a comblé.

De tout temps néanmoins, l'empirisme a poussé les hommes vers nos sources, et il n'est pour s'en convaincre qu'à se pencher sur les témoignages des plus anciens auteurs, des historiens romains en particulier, qui relatent les vertus de nos eaux.

Mais depuis les progrès réalisés par l'ensemble des disciplines qui de près ou de loin touchent à l'hydrologie, l'étude rationnelle des eaux minérales françaises a été entreprise et elle a permis de mieux connaître nos sources.

L'analyse chimique pure ayant à sa disposition des techniques plus sensibles, des instruments de mesure meilleurs, fait souvent appel à la microanalyse et à la spectrographie et bénéficie du précieux secours des mesures physiques, et de celui non moins important de la chimie biologique et de la bactério-

logie. De plus en plus l'hydrologie moderne s'adresse à la physiologie.

Si l'analyse chimique renseigne sur la nature d'une source quant à sa composition et permet une systématique commode des eaux minérales, l'expérimentation physiologique en indiquant « *in vivo* » ou « *in vitro* » leur mécanisme d'action, met en valeur leurs propriétés pharmacodynamiques souvent peu ou mal précisées par la clinique. Ainsi la physiologie permet une plus rationnelle utilisation des agents crénothérapiques.

Voilà exposés brièvement les raisons qui nous ont poussé à entreprendre notre étude sur une station thermale pyrénéenne.

S'il reste toujours vrai que les Pyrénées sont la « Terre bénie du soufre », il existe à côté des eaux sulfureuses qui contribuent au renom hydrominéral de cette région, des sources d'une autre nature qui présentent un réel intérêt.

A notre sens la station de Barbazan méritait de retenir notre attention.

Notre travail est divisé en plusieurs chapitres :

1. Historique de Barbazan.
2. Etude géologique et climatologique de la région.
3. Captage de la source.
4. Mesures physiques.
5. Analyse chimique et spectrographie.
6. Etude bactériologique.
7. Etude physiologique expérimentale.
8. Etude clinique.

Conclusions.

CHAPITRE PREMIER

Historique de la Station de Barbazan

Barbazan est une des plus vieilles stations des Pyrénées, située dans la haute vallée de la Garonne, adossée aux premiers contreforts des Pyrénées Centrales.

C'est au carrefour de deux vallées, celle de la Barousse et celle de Luchon, sur la rive droite de la Garonne que se rencontre cette station dans une région au passé lourd d'histoire, puisque c'est à peine à quelques kilomètres de là que les Romains avaient établi une de leurs plus prospères cités, fondée par Pompée : « Lugdunum convenarum » dont les ruines sont de nos jours le signe séculaire de la belle civilisation de ces temps-là.

Nul doute que nos conquérants de jadis connurent cette source. Lugdunum ne comprenait pas moins de 60.000 âmes; une ville de cette importance n'était pas limitée au petit oppidum qu'occupe aujourd'hui Saint-Bertrand de Comminges, mais s'étendait largement dans la plaine; « ce qu'il y a de certain c'est que dans cette plaine couverte aujourd'hui d'une

riche culture, on voit çà et là des pans de murailles romaines » [28].

Du reste des fouilles faites à proximité de la buvette de Barbazan permirent de mettre à jour des armes « remontant à l'époque de Jules-César » [20].

STRABON ne fait-il pas allusion à cette source lorsqu'il dit qu'au cours d'un voyage en Gaule « il a rencontré dans le pays de Convènes une eau admirable, très salutaire à la santé ». « Aqua ad potum optima » dit CAZAUBON son traducteur [20].

Il faut attendre « le grand siècle » marqué par un essor du thermalisme en France, pour avoir la certitude de l'activité de la station thermale de Barbazan et voir s'ébaucher son histoire écrite.

En septembre 1667, M. de Froidour « grand maître enquêteur des Eaux et Forêts » dépêché par Louis XIV dans le Comminges parle de ces eaux :

« Il existe à Barbazan une fontaine d'eau fort salutaire de laquelle on boit et en laquelle on se baigne. Au matin elle est un peu tiède et le reste du jour elle n'est ni chaude ni froide. » [6]

En 1670 Du Clos, Médecin du Roi, entreprend la première analyse et la cite dans ses communications faites à l'Académie des Sciences en 1670-1671 [14].

Une longue nuit apparaît alors dans l'historique de la station et il nous faut attendre plus de cent ans pour entendre parler à nouveau de la source de Barbazan.

En 1785, CARRÈRE la classe dans les eaux peu connues [4].

Survient alors la Révolution, le Seigneur de Barbazan, propriétaire du pré dans lequel coulait la source est dépossédé de ses biens.

Une famille de Saint-Gaudens, les Ebelot, acquiert la source la léguant par succession directe à la famille Saust de Montréjeau, laquelle vend ses biens aux Descaillaux de Barbazan.

Nous sommes alors au XIX^{e} siècle; si l'empirisme reste encore le grand maître en matière d'hydrologie, nous pouvons dire qu'à partir de ce moment Barbazan devient véritablement une station thermale.

En 1813, M. de Saint-André publie une deuxième analyse des eaux minérales de Barbazan.

Cette analyse, quoique rudimentaire, présente beaucoup plus de précisions que celle de Du Clos et déjà au cours de ce travail son auteur ébauche certaines données physiques (température, densité) passées sous silence jusqu'alors [32].

En 1837, Patissier et Boutron parlent de Barbazan [31] et mentionnent certaines observations cliniques du Docteur Dulac, médecin traitant en renom qui fut considéré comme « l'oracle du pays où il exerça » [11].

De plus en plus les observations médicales vont tendre à préciser les indications cliniques de ces eaux.

Quelques années plus tard, en 1851 Verdo [39] fait entrevoir les résultats que l'on est en droit d'attendre de la pratique thermale et, consacrant un article à Barbazan, il pose les premières indications de ces eaux : « Employées dans les engorgements de

viscères abdominaux, les fièvres intermittentes rebelles, les pâles couleurs, la suppression du flux menstruel ou hemorroïdal. »

En 1852, date historique pour la cité thermale : le Professeur FILHOL effectue l'analyse de la Source Principale, et de deux autres sources aujourd'hui abandonnées : la Source du Sureau et la Source du Saule.

On peut considérer que l'analyse de FILHOL est bien la première analyse scientifique faite sur ces eaux.

« D'après mes analyses, conclut l'auteur, la Source de l'Etablissement doit être classée parmi les salines seleniteuses qui renferment une assez forte proportion de fer pour qu'on puisse compter sur l'action de ce dernier élément. » [19].

L'élan est donné, et voici qu'après une analyse sérieuse, Barbazan en 1854, possède une monographie propre sous la signature de J.-C. DESCAILLAUX [10].

Cet auteur décrit avec un soin jaloux les analyses de Saint-André et de Filhol et cite une multitude d'observations médicales empruntées à BARES, médecin à Saint-Béat, à Grand, installé à Montréjeau, à LABERNÈSSE, à CASTEX de Labroquère, à SEILHAN d'Izaut, enfin à DULAC.

De ces observations cliniques, il ressort que l'eau de Barbazan est employée dans une foule d'affections, témoignant en cela d'un manque total d'indications thérapeutiques formelles.

Cette monographie agréable à lire malgré son ancienneté ne manque pas de mérite.

Dès lors, nombreux seront les auteurs qui citeront Barbazan dans leurs ouvrages.

L'année suivante, en 1885, Herpin de Metz [30] classe Barbazan dans les eaux sulfatées, rapprochant ces sources de celles de Baden en Suisse. De plus, il classe Barbazan dans le sous-groupe des eaux sulfurées thermales.

C'est ensuite au tour de Max Durand-Fardel [17] en 1857 de s'intéresser à Barbazan; il range cette station dans le groupe « des eaux sulfatées mixtes » et reproduit l'analyse de Saint-André.

Vers 1860, Lambron et Lézat dans la deuxième partie de leur ouvrage « Les Pyrénées » [28] citent avec assez d'exactitude l'emplacement des Sources du Sureau et du Saule par rapport à la Source Principale. Ces deux auteurs précisent la température respective des trois sources, donnent l'essentiel de la minéralisation de la source Principale, et rapprochent Barbazan des sources de Sainte-Marie et de Siradan : eaux seléniteuses. Ils terminent leur exposé en mentionnant l'intérêt de ces eaux : « Paresse des fonctions digestives, constipation, atonie des intestins, gonflement du foie et de la rate, fièvres intermittentes rebelles, gravelle, catarrhe vésical. »

A cette époque la famille Descaillaux, propriétaire de la source, cède son bien aux Bellan de Labroquère. Ces derniers démolisent « la baraque » [28] contenant sept cabines de bains et font cons-

truire un établissement possédant quatorze baignoires.

Ces aménagements contribuèrent à augmenter le potentiel de la station et marquent une date dans sa réalisation sur le plan purement matériel.

En 1863, le Docteur Stradère [35] fait paraître une petite notice sur ces sources; après avoir dressé un tableau de la région, Stradère décrit l'Etablissement thermal et cite les affections justiciables de ces eaux.

Ce petit opuscule écrit sans prétention ne nous apporte rien d'intéressant sur la station.

Dès lors, presque tous les ouvrages d'hydrologie parleront de Barbazan; citons entre autre :

Decaisne, en 1864 [8].

P. Labarthe, en 1873 [26].

H. Candelle, en 1879 [3].

A la famille Bellan a succédé entre temps la famille Bon de Lourde comme propriétaire de la station. Ces derniers font aménager une buvette.

C'est en 1881 et dans les années suivantes que le Professeur Garrigou attache son nom à la station par des travaux de captage qu'il effectue sur des sources placées dans une propriété mitoyenne à celle des Bon, appartenant à la famille Verdier de Loures-Barousse. Ces trois nouvelles sources portèrent le nom du Puits Verdier1, 2 et 3.

Par cet ingénieux captage, longuement décrit par Dujardin-Beaumetz [15] dans son dictionnaire de thérapeutique. ces puits alimentaient, l'un (le n° 3)

la buvette, les autres (1 et 2) un établissement de bains qu'avait organisé M. Verdier.

Ces puits Verdier étaient alimentés selon l'expression de Garrigou lui-même par les « perdants de la source Bon » [22].

Selon toute vraisemblance l'eau minérale captée et analysée par Garrigou était un mélange d'eau de la source Principale et d'eaux batardes de surface qu'il s'employa à éliminer.

C'est pour cela qu'à notre avis, son analyse se rapportant à une eau qui ne peut être confondue avec la source véritable jusqu'alors mal captée, ne peut être utilement comparée à celle de ses devanciers, de Filhol en particulier, ni à celles postérieures à cette date.

En 1883, Dujardin-Beumetz consacre un long article à Barbazan dans son dictionnaire de thérapeutique [15] et mentionne l'existence de six sources : les trois anciennes et les puits Verdier 1, 2 et 3.

Il consacre une grande partie de son article au captage des puits Verdier par Garrigou, mentionne les analyses faites par ce dernier et indique les affections justiciables d'un traitement à Barbazan.

S'il conseille ces eaux dans les fièvres intermittentes, gravelle, etc..., nous trouvons toutefois une indication qui demeurera par la suite et se précisera : « régularisation des fonctions d'assimilation et de désassimilation. »

Un premier pas est fait; au point de vue clinique, nous commençons donc à sortir des sentiers battus.

En 1885, une société thermale se constitue, achète à la famille Bon la véritable source et opère la même tractation avec les Verdier.

Aussi de nos jours l'œuvre de Garrigou a disparu les puits Verdier n'existent plus, leur emplacement est occupé par un réservoir d'eau thermale alimentant les bains.

En 1891, le Docteur Forment [20] écrit une deuxième monographie de Barbazan. Il esquisse une première théorie physiologique de l'action des eaux. Son ouvrage, intéressant par certains côtés, en particulier par les nombreuses observations qu'il donne, ne peut être comparée à l'œuvre de choix que constitue, à notre avis, le travail du Docteur Sentes paru en 1901. Précisons que l'étude de Sentes constituait l'objet de sa thèse de doctorat en médecine [34].

Sentes, publiant son travail au moment même où l'hydrologie commençait à sortir du domaine de l'empirisme, essaya au début de ce siècle de faire sur la station de Barbazan des recherches beaucoup plus scientifiques que celles parues jusqu'alors.

Elève du Professeur Garrigou, il profita de l'expérience de son Maître, et il eut le rare mérite à cette époque de prévoir l'orientation moderne de l'hydrologie en faisant expérimenter l'action de l'eau thermale sur des malades hospitalisés dans le service du Professeur Remond de Metz.

Le Docteur Sentes, menant son œuvre avec un souci constant de bien faire et désireux de se rapprocher le plus possible de la vérité, orienta la station

vers une thérapeutique plus précise alors que jusque-là elle était restée une panacée.

Deux indications majeures pour lui : action diurétique, action purgative.

S'il parle beaucoup de l'action de ces eaux sur le paludisme, sachons reconnaître que, le premier, il conseille Barbazan dans la lithiase biliaire et urinaire, rapprochant les actions des sources de Barbazan et de Capvern.

Ce travail reste le plus important fait jusqu'à nos jours et, pour notre part, nous y avons puisé de nombreux et utiles renseignements.

Signalons aussi qu'en 1901 le Professeur DESTREM analysa l'eau minérale de Barbazan. Ses conclusions malgré quelques différences peuvent se rapprocher de celles de FILHOL.

A la même époque, le Docteur DIEULAFÉ [13] consacra une petite étude à la source de Barbazan dans son ouvrage sur les eaux thermales Pyrénéennes.

La même année, la Société des Eaux Minérales fait construire l'établissement thermal actuel.

En 1906, le Docteur ETIENNE [18] étudie les effets de ces eaux sur les maladies des voies urinaires.

De cette époque à 1932, sont écrites quelques nomenclatures parmi lesquelles citons les ouvrages des :

Docteur MALATERRE [29], en 1925 qui s'élève contre la « neuvaine de santé » c'est-à-dire la cure des neuf jours.

Docteur GIRARD [24], en 1926.

Docteur TREY-SIGNALES [38].

Signalons qu'en 1930, l'Institut d'Hydrologie de Toulouse fait paraître une nouvelle analyse de ces eaux.

Nous arrivons alors à la période moderne où en 1932 et 1935 le Docteur Batmale [2] publie des communications à des congrès d'hydrologie de Bordeaux.

En octobre 1933, au Congrès National d'Hydrologie les Docteurs Delas et Amouroux [9] publient une intéressante communication sur la cure de Barbazan et son action sur les différents métabolismes.

En 1937, Goldberger [25] étudie certains effets pharmacodynamiques des sulfatées calciques et de Barbazan en particulier, dans une thèse de doctorat en médecine.

Ces différentes études récentes nous ont poussé à aller de l'avant, à vérifier la constance chimique de cette eau et à préciser leur action physiologique expérimentale.

Etudions dans un second chapitre la nature du sol d'où jaillit cette source.

CHAPITRE II

ETUDE GEOLOGIQUE DE LA REGION

Nous possédons peu de renseignements sur la nature du sol de la région de Barbazan; cette contrée autrefois lacustre ayant subi plusieurs remblaiements.

L'émergence de Barbazan est tout à fait diffuse.

Les eaux sortent à travers une nappe de terrain alluvial, formé de sables, de limons et de cailloux dont l'origine est complexe : remblaiement fluvial, remblaiement morainique et, en partie, remblaiement marécageux (colmatage du lac post-glacière en amont de Labroquère).

Les eaux de Barbazan sont issues de terrains de surface. Nous ignorons d'une manière exacte la nature du substratum.

Il est néanmoins certain qu'il est constitué par les calcaires gris et marneux noirs de l'Aptien supérieur, ces calcaires formant toute la ceinture de montagnes environnant la dépression de Barbazan.

Quant au comportement de ces calcaires au-dessous de la source, il est probable qu'ils sont disloqués ou faillés, et que c'est en relation avec cet accident que se trouve la lentille de Trias supérieur auquel est due la minéralisation de l'eau thermale (sulfates calcaires et magnésiens).

Ce régime est comparable à celui d'Encausse, tandis que pour les eaux de Siradan la position du Trias est beaucoup plus normale dans le cœur d'un anticlinal régulier.

CLIMATOLOGIE

Au point de vue topographique, Barbazan occupe l'extrémité d'un vaste cirque formé par les premiers contreforts des Pyrénées. Située à 450 mètres d'altitude, cette station jouit d'un climat excellent.

« ... Sa situation privilégiée la fait bénéficier des avantages de deux climats : plaine et montagne, sans leurs inconvénients respectifs. Les nuits et les matinées sont fraîches, mais sans brumes ni condensations. Les après-midi chaudes mais sans excès. L'atmosphère est pure et l'ensoleillement journalier très long. La température est sensiblement égale pendant les mois d'été, et les précipitations atmosphériques bien que relativement fréquentes (à cause de la proximité des hauts sommets) sont courtes et n'entraînent pas de baisse notable de température. Peu ou pas de vent.

« La Garonne et son petit affluent l'Ourse, ont un régime de montagne rapide sur fond rocheux. L'ioni-

sation de l'atmosphère qui en résulte est sédative et stimulante. » [33]

Nous pouvons donc situer le climat de Barbazan entre celui de Saint-Gaudens et celui de Bagnères-de-Luchon.

— Température modérée.

— Moyenne barométrique variant entre 760 et 762 pendant les mois d'été.

— Etat hygrométrique moyen (80° - 60°) considéré comme sédatif.

— Quasi-absence des vents.

— Luminosité : 115 jours clairs de mai à octobre.

— Pureté de l'air due au voisinage des forêts environnantes.

Très modérément tonique, par son altitude, tempéré par le voisinage de la plaine, le climat de Barbazan se révèle comme un précieux auxiliaire de la cure thermale.

CHAPITRE III

Captage de la Source de Barbazan

Comme nous l'avons signalé au cours de notre historique, Barbazan possédait jadis trois sources minérales : Source Principale, Source du Saule, Source du Sureau.

Ces trois sources avaient été autorisées par un arrêté ministériel en date du 23 mars 1857.

La source du Sureau a eu une grande période de vogue. On venait s'y soigner les yeux et on s'en revenait, dit-on, satisfait.

De nos jours, seule la source Principale est utilisée.

Nous avons fait de nombreuses investigations pour retrouver la trace des deux autres sources. A la suite, en effet, de travaux d'aménagements effectués dans le parc de la Station ces deux sources se sont perdues.

Nos efforts sont demeurés vains et malgré les renseignements recueillis nous n'avons pu retrouver trace de ces eaux.

Nous avons toutefois décelé une source dans le parc de l'établissement thermal, près des Thermes,

canalisée vers le réservoir d'eau thermale alimentant les bains.

Nous avons effectué l'analyse de cette eau tant au point de vue chimique que bactériologique, et il apparaît que cette source est totalement différente de celles qu'avait analysées FILHOL. Elle mériterait toutefois une étude approfondie présentant en effet, les caractères d'une sulfatée calcique à faible minéralisation.

Le premier point serait de retrouver l'émergence de cette source actuellement complètement dissimulée.

Ayant précisé l'état actuel des sources de la station de Barbazan, étudions le captage de la *Source Principale.*

La Source Principale possède un captage remontant à une cinquantaine d'années.

Ce captage ne fut pas le premier en date puisque aux dires de FORMENT [20] et de l'ancienne littérature de la station le premier travail remonterait aux Romains.

« Impossible de se tromper, dit cet auteur. La maçonnerie construite en briques et petites pierres carrées, avec un mortier qui s'est vitrifié, est bien d'eux. L'appareil de construction est typique. Quand on l'a vu une fois seulement avec ses quatre faces taillées en coin le parement visible de 10 à 15 centimètres, arrangé dans le mur en forme de pavé, formant des assises séparées par une ligne de briques.

on reconnaît de suite la manière de bâtir de nos conquérants d'autrefois.

« Le captage de notre source est ainsi fait. Il se compose d'un cylindre de maçonnerie qui repose sur le roc et d'un carré qui le limite, le trou cylindrique ayant environ 1 mètre d'épaisseur, le tout résistant au point de ne pouvoir en détacher la plus petite parcelle. »

La Source Principale était captée à l'origine au fond d'un puits cylindrique de 1 m. 20 de profondeur. C'est en 1897 que le captage a été refait d'après les plans et sous la surveillance de l'Ingénieur Robert d'WELLES.

A la suite des travaux de d'WELLES la thermalité de l'eau passa de 19°,6 (indiquée par FILHOL) à 17°.

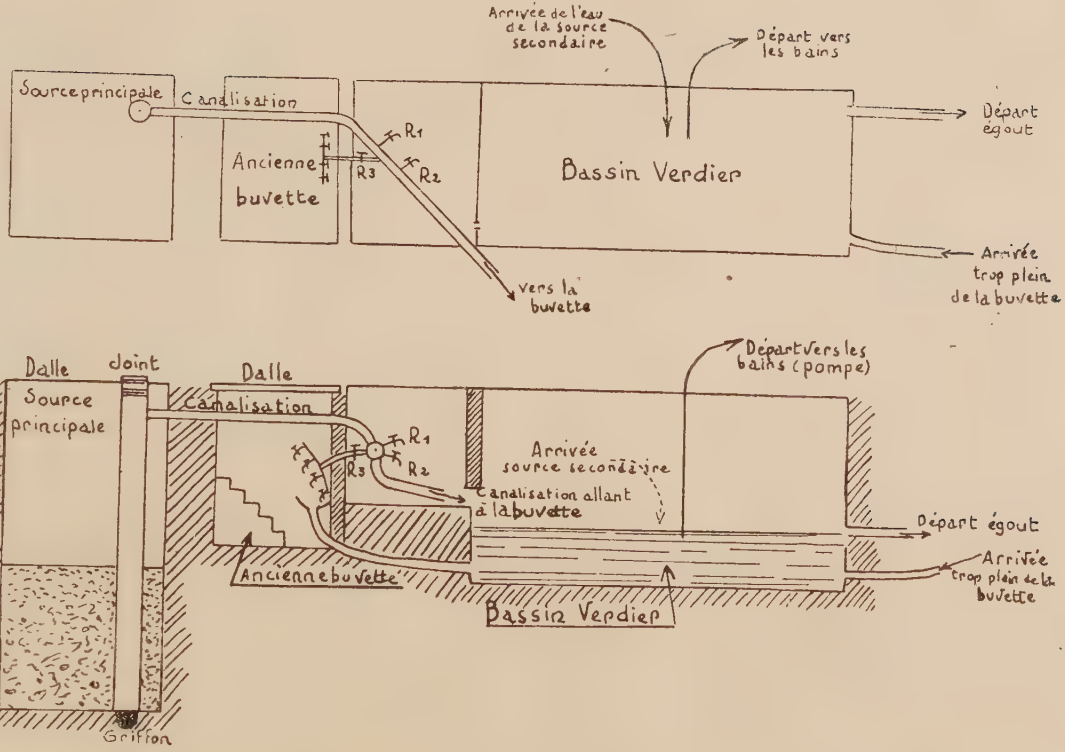
Il est donc probable, quoique aucun document ne permette de l'affirmer, que des modifications ont été apportées depuis lors à ce captage puisque de nos jours la thermalité est sensiblement la même que celle indiquée par FILHOL et qu'il ressort de nos contrôles qu'elle est pratiquement constante.

Le captage actuel, comme on le voit sur le schéma que nous exposons plus loin, prend l'eau sur le griffon même, grâce à une colonne en plomb de 15 centimètres de diamètre.

L'eau monte à la partie supérieure de cette colonne, cette dernière étant obturée par un tampon autoclave, destiné à assurer l'étanchéité de la fermeture et empêcher ainsi tout contact avec l'extérieur.

Une canalisation en plomb partant à 25 centimè-

SCHEMA DU CAPTAGE



tres du sommet de la colonne, conduit l'eau à la buvette par simple gravité. Cette canalisation traverse l'ancienne fosse servant de buvette et une partie des bassins Verdier.

Sur cette canalisation, trois robinets : R1, R2, R3, permettent d'assurer l'écoulement des eaux dans des bassins de réserve d'où elle est reprise par une crépine de pompage pour être envoyée à l'établissement d'hydrothérapie.

Le trop plein est envoyé à l'égout.

Les bassins sont en outre alimentés, comme nous l'avons signalé plus haut, par le débit intégral de la source secondaire.

On n'accède plus aujourd'hui au fond du puits de captage.

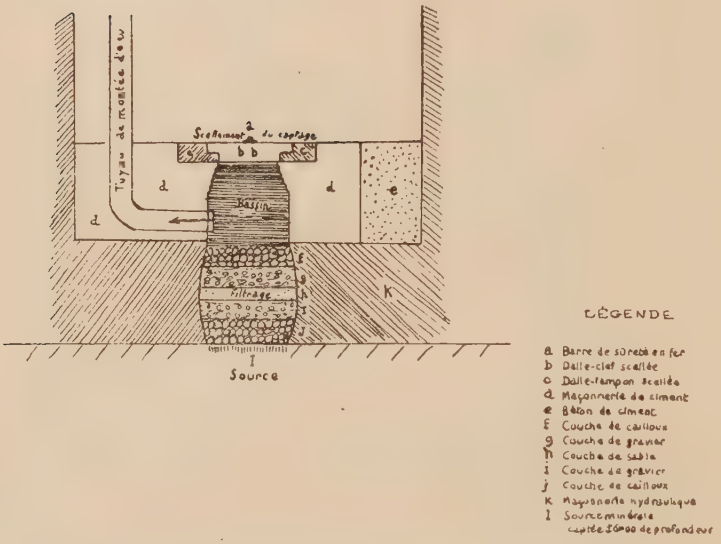
Un seul ouvrage donne quelques détails à ce sujet, l'ouvrage de Sentes [34], témoin oculaire de ces travaux :

« Le captage prend l'eau à 6 mètres de profondeur sur le griffon même qui est protégé de toutes parts par une maçonnerie hydraulique (K), d'un mètre d'épaisseur. Une forte couche de cailloux, de graviers et de sable (F. G, H, I, J) forme le fond de la cuve de captage, sur une épaisseur de un mètre également et constitue une sorte de filtre artificiel.

La partie supérieure du bassin de captage comprend une dalle tampon en pierre de 0 m. 20 d'épaisseur sur 0 m. 84 de côté (C. C) qui supporte une dalle clef (B. B) construite dans les mêmes conditions, scellée au ciment et commandée, en outre, par

CAPTAGE DE LA SOURCE

(Coupe d'après SENTES.)



une solide barre de fer (A) qui bloque utilement l'ensemble et le rend inaccessible. »

Ce captage présente le gros avantage d'éviter un long trajet à l'eau minérale, puisque du griffon à la buvette la distance est inférieure à 25 mètres; d'autre part, grâce à son étanchéité, il livre une eau très pure (comme le prouvent toutes les analyses bactériologiques), et d'une constance chimique satisfaisante.

Toutefois, depuis près de 50 ans qu'il existe, il est possible que des fuites aient pris naissance au fond du puits, aussi est-il pour le moins regrettable de ne pouvoir accéder au captage lui-même.

CHAPITRE IV

MESURES PHYSIQUES

Les déterminations physiques présentent une importance de premier plan en matière d'hydrologie.

Tout en permettant de rechercher les variations de composition d'une eau, elles peuvent venir témoigner en faveur de l'analyse chimique et ainsi lui servir de contrôle.

Nous nous sommes attachés à déterminer successivement :

— Le débit de la source;

— La température de l'eau;

— La densité;

— Les mesures de pH et de rH;

— La résistivité;

— L'indice de réfraction.

De plus, nous avons effectué la mesure de la radioactivité selon la méthode que nous décrivons à la fin de ce chapitre.

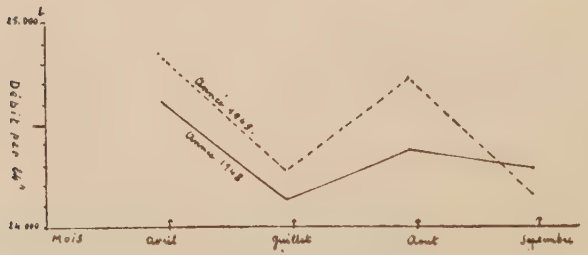
Débit de la source.

Nous avons suivi méthodiquement le débit de la Source Principale de Barbazan pendant des périodes assez longues, durant les années 1948 et 1949.

Nos investigations ont été effectuées pendant les mois d'avril, juillet, août, septembre. Au cours des mois d'été nous avons fait nos mesures : en périodes extrêmement sèches, après de gros orages, et par temps pluvieux, surtout pendant le mois de septembre 1948. Nos chiffres indiquant les débits ont varié dans des limites étroites.

Précisons que nos résultats sont les moyennes de dix déterminations par mois.

	DÉBIT PAR 24 HEURES	
	Année 1948	Année 1949
Avril.	24.610	24.850
Juillet.	24.150	24.270
Août.	24.370	24.720
Septembre.	24.280	24.150



Variations de Débit.

On peut dire d'après ces résultats que le débit de la source se situe aux alentours de 1.000 litres à l'heure.

Les précédentes déterminations vieilles de 50 ans, accusaient 75.000 litres par 24 heures.

Température.

La source de Barbazan possède une thermalité peu élevée. Les différentes mesures anciennes accusaient une température variant de 19° à 21°.

Des contrôles récents nous ont permis de constater au cours des mois de juillet, août, septembre 1948, avril, juillet, août et septembre 1949 que cette température était assez fixe et n'oscillait qu'entre 19°,2 et 19°,4. Nos mesures étaient effectuées à l'émergence.

Au cours de ces déterminations la température ambiante est passée par un minimum de + 5° et par un maximum de 31°.

Densité.

La densité mesurée par la méthode au flacon, comparativement à celle de l'eau distillée a donné un résultat de 1,0034.

Mesure du pH.

Le pH mesuré électrométriquement soit avec une électrode d'antimoine, soit au moyen d'une électrode de verre, s'est toujours montré très voisin de 7,2. La valeur moyenne des résultats obtenus sur plusieurs échantillons à l'aide de ces deux types d'électrodes est de 7,22.

L'eau de Barbazan est donc très légèrement alcaline.

Potentiel d'oxydo-réduction.

Mesuré à l'aidè d'une électrode de Platine cette détermination nous a donné des valeurs comprises entre 145 et 161 millivolts.

RÉSISTIVITÉ ÉLECTRIQUE

Parmi les déterminations physiques que l'on peut effectuer sur les eaux minérales, la plus intéressante est la mesure de la résistivité électrique (la législation actuelle exige d'ailleurs la mesure de la résistivité pour toutes les analyses de contrôle). La résistivité d'une eau minérale est, en effet, directement liée à sa minéralisation et l'on admet que sa conductivité (inverse de la résistivité) est la somme des conductivité partielles attribuées aux divers ions que renferme cette eau.

La plupart des dispositifs de mesures de résistivité sont basés sur l'utilisation d'un pont de Weatstone, alimenté en courant alternatif, pour éviter la polarisation des électrodes et la décomposition électrolytique de l'eau minérale. L'équilibre du pont est contrôlé au moyen d'un écouteur téléphonique : c'est ce dispositif dit de Kohlrausch que nous avons utilisé pour nos déterminations.

Il est nécessaire d'effectuer les mesures de résistivité à une température constante et bien déterminée : pour que les résultats de nos mesures soient comparables avec ceux obtenus par différents laboratoires

pour diverses eaux minérales nous avons adopté la température de 18° C, choisie par tous les expérimentateurs.

Nous nous sommes servi d'une cuve dont les électrodes sont constituées par des plaques de platine platinées par électrolyse. Au moyen d'une solution de KCl $\frac{N}{50}$ nous avons déterminé le coefficient de cette cuve avant chaque série de mesure. Ce coefficient égal à 7,41 pour la cuve utilisée, permet de calculer la résistivité cherchée à partir de la résistance mesurée au pont de Kohlrausch.

Résultats.

Mesurée à diverses reprises la résistivité de l'eau de Barbazan nous a donné des chiffres toujours très voisins et dont la valeur moyenne est de 469,8 ohms/cm. à 18° centigrade.

INDICE DE RÉFRACTION

La détermination de l'indice de réfraction d'une eau minérale fournit un renseignement précieux sur la minéralisation de cette eau.

Toutefois il est indispensable de pouvoir mesurer cet indice avec une grande précision si l'on veut que les résultats obtenus aient une valeur significative.

L'indice de réfraction d'un milieu transparent, grandeur essentielle qui caractérise ce milieu au point de vue de l'optique géométrique peut être mesuré à l'aide de deux principales méthodes : la

première est la méthode du prisme qu'on emploie surtout pour les substances solides, la seconde est basée sur la mesure de l'angle limite : Entre deux milieux d'indice n et N la loi de la réfraction est n sin i = N sin r. N étant supérieur à n, lorsque i varie de 0 à $\frac{\pi}{2}$ l'angle r varie de 0 à l'angle limite λ donné par la relation : n = N sin λ.

Connaissant N on peut par la mesure de λ déterminer n.

Nous avons utilisé pour nos mesures un réfractomètre d'Abbe dans lequel l'angle limite est déterminé par la méthode de la réflexion totale. Cette méthode extrêmement commode n'exige qu'une ou deux gouttes de liquide et permet d'obtenir la quatrième décimale.

Résultats.

La mesure de l'indice de réfraction de l'eau de Barbazan faite à 18° C, sur des prélèvements effectués à différentes périodes de l'année (mai-septembre) nous a donné des chiffres toujours très voisins ne différant que de 1 ou 2 unités de la quatrième décimale et dont la valeur moyenne est de 1,3342.

RADIOACTIVITÉ

On peut, au point de vue de la radioactivité considérer les eaux minérales comme possédant une radioactivité permanente généralement très faible ou

négligeable due aux composés du radium et du thorium en dissolution ou en suspension dans l'eau et une radioactivité temporaire beaucoup plus importante que la précédente due essentiellement au radon dissous.

La radioactivité due au radon disparaît suivant la loi de désintégration de cet élément, c'est-à-dire de moitié en quatre jours environ (3,825 jours) ; pratiquement elle est devenue sensiblement nulle, un mois après le prélèvement de l'eau minérale.

Il en résulte qu'une eau dont on veut mesurer la radioactivité doit être prélevée au griffon même de la source et autant que possible 30 à 50 centimètres au-dessous du plan d'eau, en évitant toute agitation avec l'air pendant l'opération. Le mieux est d'utiliser un ballon d'environ deux litres dans lequel on a fait au préalable un vide partiel. On note la date et l'heure et les mesures sont ensuite effectuées au laboratoire le plus tôt possible après le prélèvement.

Nos mesures ont été faites en utilisant la méthode électroscopique qui repose sur le principe suivant : l'air en présence d'une substance radioactive est ionisé sous l'action des particules α ou β et du rayonnement γ émis par cette substance. Lorsque cet air ionisé se trouve dans une chambre formant condensateur l'enveloppe extérieure étant reliée au sol (potentiel nul) et une électrode centrale étant portée à un potentiel de l'ordre de 300 volts, il se produit un déplacement des ions de charges électriques opposées. Il en résulte le passage d'un courant d'ionisation. L'intensité de ce courant est proportionnelle à

la quantité de substance radioactive; celle-ci pourra donc être évaluée par la mesure de la perte progressive de la charge électrique initiale de la chambre condensateur ou chambre de déperdition.

Pour déterminer la radioactivité de l'eau de Barbazan nous avons utilisé une chambre d'ionisation montée sur un électromètre bifilaire de Wulf. Cet ensemble a l'avantage d'une sensibilité et d'une précision supérieures à celles des appareils à électromètres à feuilles d'or généralement utilisés.

La chambre d'ionisation est constituée par un cylindre à paroi métallique épaisse. Une tige de déperdition placée à l'intérieur traverse le fond de la chambre d'ionisation. Elle est fixée su ce fond au moyen d'un isolateur d'ambre scellé de manière à pouvoir tenir le vide.

L'électromètre bifilaire de Wulf possède un équipage mobile constitué par deux fils à la Wollaston de 2 μ de diamètre placés côte à côte et maintenus tendus par une boucle en fil de quartz formant ressort. Deux armatures reliées à la cage maintiennent les fils dans le champ d'un microscope de grossissement 60. L'oculaire possède une échelle micrométrique dont l'origine est au milieu et qui comprend quatre-vingts divisions de chaque côté du zéro.

Pour éliminer le plus possible les causes d'erreurs et aussi pour éviter de nombreuses corrections, nous avons opéré de la manière suivante : nous avons comparé la radioactivité de l'eau de Barbazan à celle d'une solution étalon de radium, dite solution normale contenant $4{,}03 \times 10^{-9}$ g. de radium.

L'extraction du radon et son introduction dans la chambre d'ionisation étant réalisées dans les deux cas d'une manière identique.

Il ne nous restait plus ainsi qu'à effectuer les corrections indispensables pour tenir compte d'une part de la fuite spontanée ou perte de charge, lorsque la chambre d'ionisation ne contient aucune substance radioactive et d'autre part du volume et de l'âge de l'eau minérale examinée.

Résultats.

Voici les résultats que nous avons obtenus sur deux échantillons d'eau de Barbazan prélevés le même jour :

1er échantillon : 0,21 millimicrocurie par litre d'eau à l'émergence.

2e échantillon : 0,22 millimicrocurie par litre d'eau à l'émergence.

Il est rare de rencontrer une eau naturelle absolument dépourvue de toute radioactivité. En fait toutes les sources hydrominérales étudiées ont été trouvées plus ou moins radioactives mais il convient dans la pratique de ne considérer comme vraiment radioactives que les eaux minérales dont la radioactivité est nettement supérieure à celle de l'eau courante.

Les résultats de nos déterminations montrent que l'eau de Barbazan, quoique faiblement radioactive, possède cependant une radioactivité notablement supérieure à celle de l'eau courante.

ANALYSES DES EAUX DE BARBAZAN

Analyse de Du Clos (1670).

Citée pour mémoire. Du Clos ne signalant que le poids du résidu : 1/566 du poids de l'eau.

Analyse de Saint-André (1814).

Sulfate de chaux	223	grains.
Sulfate de magnésie	99	»
Muriate de magnésie	32	»
Carbonate de chaux	27	»
Total	381	grains.

de résidu sec pour 16 livres d'eau, ancien poids de marc.

Analyse de Filhol (1852).

Source principale.

Sulfate de chaux	1 g. 5040
Sulfate de magnésie	0 g. 3080
Sulfate de soude	0 g. 0180
Carbonate de chaux	0 g. 1300
Carbonate de magnésie	0 g. 0540
Chlorure de sodium	0 g. 0090
Chlorure de calcium	Traces.
Chlorure de magnésium	Traces.
Silice	0 g. 014
Oxyde de fer	0 g. 0015
Iode	Traces.
Magnésie	Traces.
Phosphates	Traces.
Matières organiques	Traces.
	2 g. 0385

Analyse de Garrigou (1891).

Nous ne reproduirons pas cette analyse puisqu'elle ne se rapportait pas à la source de Barbazan, mais

comme nous l'avons signalé au cours de l'historique, aux Puits Verdier découverts et captés par Garrigou.

Les puits Verdier ont aujourd'hui disparu.

Analyse de Destrem (1901).

Température au griffon (15 octobre) :	19°,9.
Carbonate de calcium	0 g. 1091
Carbonate de magnésium	0 g. 0039
Carbonate terreux	0 g. 0018
Phosphates	Traces.
Alumine	Traces.
Matières organiques	Traces.
Sulfate de calcium	1 g. 731
Sulfate de magnésium	0 g. 2107
Sulfate de sodium	0 g. 0201
Chlorure de sodium	0 g. 0119
Chlorure de potassium	Traces.
Chlorure de magnésium	Traces.
Chlorure de calcium	Traces.
	2 g. 1056

Analyse de l'Institut d'Hydrologie de Toulouse (janvier 1930).

Silice	0 g. 0219
Sulfate de calcium	1 g. 8567
Sulfate de magnésium	0 g. 3996
Sulfate de sodium	0 g. 0244
Carbonate de calcium	0 g. 1236
Sulfate de potassium	0 g. 0029
Chlorure de sodium	0 g. 0113
Carbonate de magnésium	0 g. 0658
Nitrate de sodium	0 g. 0008
Carbonate de fer	0 g. 0012

CHAPITRE V

ETUDE CHIMIQUE

Comme l'on a pu s'en rendre compte en parcourant notre historique, la dernière analyse des Eaux de Barbazan remonte à une cinquantaine d'années puisque c'est en 1901 que, pour la dernière fois, le Professeur DESTREM a publié la composition chimique de la Source Principale. Rappelons que la précédente remontait en 1852 sous la signature de FILHOL.

Depuis 1901, pratiquement, seules des analyses de contrôle thermal furent effectuées, quoique en 1930 l'Institut d'Hydrologie de Toulouse ait publié une analyse de ces eaux.

Nous avons, au cours de ce travail, voulu reprendre, à notre tour, l'analyse chimique de la Source Principale.

Cette eau possède comme nous l'avons déjà signalé les caractères d'une eau sulfatée calcique magnésienne très accusés. Aussi n'avons-nous pu toujours suivre les techniques de dosages décrites dans les ouvrages classiques d'hydrologie.

Souvent, préalablement à toute concentration de l'eau nous avons dû éliminer l'ion calcium ou l'ion sulfate selon les cas; pour éviter les perturbations que ces éléments ne manquaient pas de nous amener dans les différents dosages que nous avons effectués.

Pour plus de clarté dans notre exposé, nous décrirons chaque fois que cela sera nécessaire, à propos de chaque dosage ou recherche, les modifications que nous avons du apporter aux méthodes généralement admises dans les précis d'analyses chimiques [12-37].

Les échantillons d'eau destinés à l'analyse chimique ont été prélevés :

— Les uns au griffon même.

— Les autres à la buvette.

Les résultats des analyses ayant concordé nous négligerons de donner les deux chiffres obtenus.

Dosage de l'acide carbonique total.

En raison de la faible quantité d'acide carbonique libre contenu dans l'eau de Barbazan, nous avons dosé les carbonates.

Les carbonates ont été précipités à la source par la baryte et une solution de chlorure de baryum à 10 %. Nous avons effectué le dosage sur une prise d'essai de 200 cm^3 d'eau minérale.

Après 12 heures de repos l'analyse a été continuée au laboratoire. Le précipité de carbonate de baryum obtenu a été recueilli sur un filtre, lavé pour éliminer l'excès de baryte et traitté par une solution

d'acide chlorydrique N.

Nous avons porté à ébullition et titré par de la soude N. en présence de phénolphtaléine l'acide chlorydrique demeuré libre.

Acide carbonique total = 0 g. 143.

Recherche de l'Azote nitreux.

Nous avons effectué cette recherche par le procédé classique de Gries-Ilosvay, à l'acide sulfanilique et à l'acétate de naphtylamine sur un volume de 50 cm^3 d'eau.

Absence.

Recherche de l'Azote nitrique.

100 cm^3 d'eau ont été additionnés de chlorure de baryum pour précipiter les sulfates. Après filtration nous avons évaporé à siccité, et l'azote nitrique a été recherché sur le résidu d'évaporation par le réactif de Grandval et Lajoux.

Une légère coloration jaune est apparue.

Dosage de l'Azote nitrique.

Un litre d'eau a été traité par le chlorure de baryum comme nous l'avons signalé lors de la recherche des nitrates.

La coloration obtenue a été examinée au colorimètre comparativement à une solution étalon (dont 1 cc. correspondait à 1 mg. d'azote nitrique) traitée dans les mêmes conditions.

0 g. 0006 d'azote nitrique par litre.

Recherche et dosage de l'Azote ammoniacal.

500 cm^3 d'eau de Barbazan ont été placés en présence d'un excès de magnésie calcinée légère et distillée dans un ballon Pyrex à fond rond surmonté d'un réfrigérant de Schloessing.

Le distillat recueilli dans 10 cc. d'acide sulfurique N/10 a été amené à un volume de 100 cc.

Sur 20 cc. de cette solution, l'azote ammoniacal a été déplacé par la potasse et la liqueur additionnée de 2 cc. de réactif de Nessler.

Nous avons titré, comparativement à une gamme préparée à l'aide d'une solution de chlorhydrate d'ammoniaque à 0 g. 314 par litre et correspondant à 100 mmg. d'ammoniaque par litre.

0 g. 0005 d'azote ammoniacal par litre.

Azote organique.

Dans le ballon qui avait servi précédemment au dosage de l'azote ammoniacal nous avons ajouté 50 cc. d'une solution de permanganate de potassium à 8 g. par litre.

Le distillat, recueilli dans une solution d'acide sulfurique N/100, traité par le réactif de Nessler n'a donné aucune coloration.

Absence.

Dosage de l'acide sulfurique.

Le dosage de l'acide sulfurique a été fait à l'état de sulfate de baryum.

Nous avons utilisé une prise d'essai de 1 litre d'eau minérale. Préalablement à toute concentration en

milieu chlorhydrique, nous avons dû éliminer l'ion Ca^{++} qui perturbait toute réduction de volume.

L'eau fut traitée à chaud par du carbonate d'ammonium, et nous avons séparé le précipité de carbonates obtenus.

L'eau privée de ses éléments électropositifs fut alors concentrée jusqu'à un volume de 100 cc. Les sulfates étaient précipités par une solution de chlorure de baryum à l'état de sulfate de baryum. Le précipité a été lavé, séché, calciné et pesé.

1 g. 6398 d'acide sulfurique par litre.

Recherche de l'acide phosphorique.

L'acide phosphorique a été recherché sur 3 litres d'eau, préalablement concentrés en milieu nitrique, à l'aide du réactif molybdique.

Après 12 heures de contact, un léger trouble de couleur jaune est apparu dans le milieu nous permettant de conclure à des traces d'acide phosphorique.

A la concentration de l'eau en ion phosphorique tout dosage devenait illusoire.

Traces.

Recherche de l'Arsenic.

Nous avons recherché l'arsenic sur un résidu d'évaporation de 10 litres d'eau par la technique de Léonardon.

Le résidu a été repris par 60 cc. d'acide sulfurique au 1/5 et additionné de quelques gouttes de permanganate de potassium à 1 % jusqu'à légère coloration rose. L'excès de permanganate fut détruit par deux gouttes d'eau oxygénée, et le liquide placé

dans un flacon de Cribier avec 8 g. de grenaille de zinc, la recherche fut effectuée par le procédé de Cribier.

Arsenic = moins de 1/1.000 de mmg. pour la prise d'essai.

La teneur arsenicale de l'eau de Barbazan est donc extrêmement faible, de l'ordre de 1/10.000 de mmg. par litre. L'analyse chimique s'est révélée plus sensible que l'analyse spectrographique qui, comme nous le verrons ultérieurement, ne nous a pas permis de retrouver cet élément.

Dosage du Chlore.

Nous avons pratiqué le dosage du chlore par la méthode volumétrique. Etant donné la faible quantité de chlore contenu dans l'eau de Barbazan, nous avons dû effectuer ce dosage sur une concentration de 10 litres d'eau minérale.

Avant d'effectuer cette opération, nous avons précipité les sulfates par le nitrate de baryum pour éviter au cours de la réduction de volume une précipitation de sulfate de calcium qui ne manque jamais de se produire avec les eaux sulfatées calciques.

Le dosage des chlorures a été effectué par la méthode de Charpentier-Volhard.

0 g. 007 de chlore par litre.

Recherche de l'iode.

Trois litres d'eau de Barbazan ont été évaporés à siccité en présence de magnésie calcinée légère. Le résidu a été repris par 100 cc. d'eau distillée bouillante. Après séparation de l'insoluble restant,

le filtrat obtenu a été concentré au bain-marie, à un volume de 30 cc. environ.

L'iode a été libéré par l'acide nitreux naissant; obtenu en mélangeant extemporanément 0 cc. 6 d'une solution de nitrite de soude à 5 % et 2 cc. d'acide sulfurique normal.

La caractérisation de l'iode a été faite à chaud avec le papier amidonné; une légère coloration bleutée est apparue.

Traces d'iode.

Recherche du Brome.

Le liquide précédent a été additionné de 10 cc. d'une solution de bichromate de potassium à 10 % et d'un cc. d'acide sulfurique pur.

La caractérisation du brome a été réalisée à l'aide du papier à la fluoréscéine et par le procédé de Labat.

Le papier à la fluoréscéine a pris une teinte rose sensible.

La deuxième méthode a confirmé les résultats.

Traces de brome.

Recherche du Bore.

500 cc. d'eau ont été évaporés à siccité en présence de 10 cc. de soude exempte de bore; préparée en jetant dans de l'eau distillée des fragments de sodium pur.

Le résidu a été calciné modérément au mouffle, puis repris par de l'eau distillée. La solution obtenue a été neutralisée par de l'acide chlorhydrique, puis rendu légèrement acide par addition de 10 gouttes

d'acide chlorhydrique N. Un papier de curcuma fut alors placé au contact du liquide, s'enfonçant de 1 centimètre dans ce dernier.

On a abandonné pendant 2 heures la capsule à l'étuve à 37°. Au bout de ce temps le papier n'avait pris aucune coloration. Nous l'avons replacée alors à l'étuve pendant 24 heures; le résultat fut identique. Comparativement, nous faisions un essai avec un liquide contenant des traces de bore et traité dans les mêmes conditions.

Absence de bore.

Dosage de matières organiques.

Le dosage des matières organiques a été effectué en milieu acide et en milieu alcalin par le procédé classique d'oxydation des matières organiques de l'eau par le permanganate de K, destruction de l'excès de permanganate par le sel de Mohr; le dosage étant terminé par manganimétrie :

Mat. org. milieu alcalin : 0 mg. 8 par litre.

Mat. org. milieu acide : néant.

Oxygène dissous.

Cette détermination a été effectuée à la source.

Nous avons utilisé la méthode au sulfate ferreux ammoniacal, nécessitant l'emploi d'une pipette spéciale possédant à chaque extrémité un robinet rodé.

Le sulfate de fer en milieu alcalin est décomposé. il se précipite de l'oxyde ferreux dont une partie, proportionnellement à la quantité d'oxygène dissous dans l'eau, passe à l'état ferrique.

En acidifiant le milieu, on dissout les oxydes de fer formés et on dose le sulfate ferreux restant. Du résultat obtenu on déduit la proportion d'oxygène absorbé contenu dans le volume d'eau utilisé. On rapporte les résultats au litre.

Etant donné la faible quantité de matières organiques contenues dans l'eau de Barbazan, la correction due à ces dernières ne nous a pas semblé s'imposer.

0 g. 0032 d'oxygène dissous par litre.

Degré sulfhydrométrique.

Ce dosage a été effectué à la source par la méthode de Dupasquier.

500 cc. d'eau thermale ont été additionnés de 10 cc. d'iode N/10. Après un contact de 10 minutes, nous avons introduit 2 g. d'iodure de potassium, et l'iode restant fut titrée par une solution d'hyposulfite N/50.

Les résultats sont exprimés en d° sulfhydrométrique. Chaque degré correspond à 10 mmg. d'iode.

0° 4 d° sulfhydrométrique par litre.

Dosage de la Silice.

Trois litres d'eau de Barbazan ont été évaporés à siccité en milieu chlorhydrique dans une capsule de platine.

Le résidu obtenu a été repris par 2 cc. HCl concentré et par 50 cc. d'eau distillée; on entraîne l'insoluble sur un filtre sans cendre et on le lave plusieurs fois avec de l'eau distillée.

Le liquide filtré et les eaux de lavage ont été conservés pour les dosages ultérieurs.

Le filtre contenant l'insoluble a été calciné dans une capsule de platine préalablement tarée; après refroidissement le résidu, constitue par la silice et les impuretés a été rapidement pesé.

Le résidu, repris par de l'acide fluorhydrique, a été chauffé au bain-marie, le liquide surnageant fut décanté en ayant soin d'éviter l'entraînement des fractions du résidu.

Ce dernier lavé plusieurs fois à l'eau distillée fut séché, calciné et pesé.

La différence entre les deux pesées successives représente le poids de la silice contenue dans les trois litres d'eau de la prise d'essai.

Les résultats ont été rapportés à un litre d'eau minérale.

0 g. 021 de silice par litre.

Dosage du fer.

Le liquide filtré mis de côté lors de la séparation de la Silice a été additionné de 5 cc. d'acide nitrique et porté à l'ébullition pendant 5 minutes. Nous avons ajouté du chlorure d'ammonium et de l'ammoniaque jusqu'à réaction franchement alcaline. Le précipité d'hydrate ferrique formé fut laissé au repos pendant 12 heures.

Après ce temps le précipité fut recueilli et repris par de l'acide chlorhydrique; le liquide neutralisé par du carbonate d'ammoniaque. Nous avons porté 5 minutes à l'ébullition et le précipité recueilli sur un filtre et lavé.

Les eaux de lavages, jointes à la première liqueur filtrée provenant de la précipitation de l'hydrate de fer furent mises de côté pour des dosages ultérieurs.

Le précipité à nouveau redissout dans l'acide chlorhydrique et la liqueur obtenue additionnée de 5 g. de bitartrate de potasse et d'ammoniaque jusqu'à réaction alcaline; le fer fut alors précipité sous forme de sulfure par du sulfhydrate d'ammoniaque et le précipité de sulfure formé laissé au repos pendant 3 heures.

Au bout de ce temps le précipité fut recueilli et le filtrat conservé. Le sulfure de fer peroxydé à l'ébullition par l'acide nitrique et le fer reprécipité sous forme d'hydrate par l'ammoniaque. L'hydrate formé recueilli sur un filtre sans cendre fut soigneusement lavé, séché et pesé dans un creuset préalablement taré.

Les résultats obtenus correspondant au fer contenu dans 3 litres d'eau de Barbazan ont été ramenés à 1 litre d'eau.

0 g. 0015 en $Fe^2 O^3$ par litre.

Dosage de l'Alumine.

Le liquide filtré provenant de la séparation du sulfure de fer, a été additionné de carbonate de soude pur et évaporé à siccité.

Le résidu, légèrement calciné en présence de nitrate de potasse pour détruire le sulfhydrate restant de l'opération précédente.

Nous avons repris par de l'eau bouillante légèrement chlorhydrique. Après filtration l'alumine a été

précipitée de cette solution par de l'ammoniaque en excès et recueillie sur un filtre.

0 g. 0009 d'alumine par litre.

Dosage du calcium.

La liqueur provenant de la première précipitation de l'hydrate ferrique a été à nouveau alcalinisée par de l'ammoniaque et traitée à l'ébullition par une solution d'oxalate d'ammonium à 10 % et abandonnée une nuit au repos.

Le précipité d'oxalate de calcium a été recueilli sur un filtre sans cendre, soigneusement lavé, jusqu'à ce que les eaux de lavage ne précipitent plus par addition d'une solution de chlorure de calcium.

Le précipité fut alors traité par de l'acide chlorhydrique dilué et la liqueur obtenue ramenée à un volume de 100 cc.

20 cc. de cette solution furent alors additionnés de 1 cc. d'acide sulfurique pur portés à 60° environ. Le dosage du calcium opéré par manganimétrie.

0 g. 596 de calcium par litre.

Dosage de magnésium.

Le liquide dont on a séparé l'oxalate de Ca dans le dosage précédent, fut additionné d'un excès d'ammoniaque et d'une solution de phosphate de soude à 5 %.

Après avoir amorcé la précipitation du phosphate ammoniaco-magnésien par friction sur les parois du récipient au moyen d'un agitateur, nous avons laissé au repos pendant 12 heures.

Le précipité formé a été recueilli sur filtre sans cendre, soigneusement lavé à l'eau ammoniacale.

séché et calciné dans un creuset préalablement taré.

Du poids de pyrophosphate de magnésie trouvé nous avons déduit le poids de magnésium de 1 litre d'eau.

0 g. 1002 de magnésium par litre.

Dosage du Sodium.

Etant donné la faible proportion de sodium contenue dans l'eau de Barbazan, nous avons effectué ce dosage sur une prise d'essai de 5 litres d'eau par la méthode de Blanchetière, plus précise que la méthode classique de pesée totale des chlorures et soustraction du poids de potassium trouvé au cours du dosage de cet élément, tout au moins dans le cas des eaux contenant peu de métaux alcalins.

Cinq litres d'eau ont été additionnés de chlorure de baryum pour éliminer les sulfates. Après filtration, la liqueur obtenue a été traitée au bain-marie bouillant par du sexquicarbonate d'ammonium. Le précipité de carbonates formés a été séparé par filtration.

Le liquide restant a été alors concentré jusqu'à un volume de 100 cc. environ, filtré. et le volume a été ramené à 200 cc. avec de l'eau distillée.

On a fait deux parts de la liqueur, sur l'une on a dosé le sodium, sur l'autre le potassium.

Les 100 cc. d'eau ont été traités par 50 cc. de réactif de Blanchetière, la précipitation a été amorcée par agitation et le liquide abandonné pendant 1 heure à l'abri de la lumière solaire directe.

Le sodium a alors précipité à l'état d'un acétate triple d'uranium, de magnésium et de sodium.

$3\ UO^2\ (C^2H^3O^2)^2 : Mg\ (C^2H^3O^2)^2 ;$
$Na\ (C^2H^3O^2) ; 9\ H^2O$

Le gros avantage de ce sel, à poids moléculaire élevé est qu'il contient 60,43 fois son poids de sodium.

Après le temps de repos indiqué plus haut, le précipité recueilli sur filtre taré a été lavé trois fois avec 10 cc. de réactif de Blanchetière, puis trois fois avec 10 cc. d'alcool à 95°.

Le précipité a été soumis alors à une dessication à l'étuve à 100° et pesé jusqu'à poids constant.

Du poids d'acétate triple de sodium, uranium, magnésium, nous avons déduit le poids de sodium que nous avons ramené à un litre d'eau.

0 g. 0119 de sodium par litre.

Dosage du potassium.

Le potassium a été dosé sous forme de cobaltinitrite de potassium.

Les 100 cc. d'eau mis de côté lors du dosage du sodium ont été additionnés de 5 cc. de réactif cobaltinitrite de sodium.

Après un repos de 12 heures, le précipité formé a été recueilli sur un filtre préalablement taré, lavé trois fois à l'alcool à 95°, séché et pesé jusqu'à poids constant.

Le poids de cobaltinitrite trouvé a permis de déduire facilement le poids de potassium de la prise d'essai; les résultats furent ramenés à 1 litre d'eau minérale.

0 g. 0031 de potassium par litre.

Dosage du Manganèse.

Etant donné la faible teneur en manganèse de l'eau de Barbazan, nous avons jugé opportun d'effectuer le dosage du manganèse par une méthode colorimétrique.

Un litre d'eau a été évaporé à siccité au bain-marie, puis repris par 20 cc d'acide sulfurique au 1/10. Le résidu sulfaté a été additionné de 10 cc. NO^3 H 1/4 et de 0 cc. 5 nitrate d'argent N/10 pour éliminer tout le chlore. Nous avons alors traité la liqueur obtenue par 0 g. 50 de persulfate de potassium.

Après avoir porté à l'ébullition nous avons obtenu une coloration violette que nous avons comparée à une gamme étalon de solutions titrées de chlorure de manganèse traitées dans les mêmes conditions que la prise d'essai.

0 g. 0001 de manganèse par litre.

Extrait sec.

500 cc. d'eau ont été évaporés au bain-marie dans une capsule de platine préalablement tarée.

Le résidu obtenu a été placé à l'étuve à 180° pendant 4 heures. Après refroidissement sous vide, nous avons pesé à nouveau la capsule et vérifié à diverses reprises que le poids restait constant.

Extrait sec = 2 g. 511 par litre.

Extrait Sulfaté.

A l'extrait précédent nous avons ajouté 15 cc. d'acide sulfurique N/1. Nous avons évaporé au bain-

marie puis calciné jusqu'à complète disparition de vapeurs blanches d'acide sulfurique.

La nouvelle pesée nous donnait le poids du résidu sulfaté.

Extrait sulfaté = 2 g. 551 par litre.

Détermination du Degré hydrotimétrique.

Le dosage hydrotimétrique ayant pour but de déterminer la quantité des sels de calcium et de magnésium d'une eau, nous savions d'après le dosage de ces deux éléments que le degré hydrotimétrique de l'eau de Barbazan atteindrait un chiffre élevé.

Aussi avons-nous fait des dilutions pour effectuer cette détermination. Dans le flacon spécial, nous avons placé 5 cc. d'eau minérale mesurée à la pipette et complété au trait de jauge (40 cc.) avec de l'eau bi-distillée.

Nous avons versé la solution de savon avec une burette spéciale dite hydrotimétrique jusqu'à l'obtention d'une mousse de 1 centimètre d'épaisseur persistant 10 minutes, ce test indiquant que tous les sels de calcium et de magnésium s'étaient combinés au savon pour donner des sels insolubles.

La grosse quantité de magnésium, nous a incité au cours du dosage à vérifier que nous n'étions pas en présence d'une pseudo-mousse.

Pour éviter cette erreur nous versions dans le flacon une goutte d'éther sulfurique à chaque addition de la solution de savon, seule dans ces conditions la vraie mousse persiste.

168° : D° hydrotimétrique.

Degré hydrotimétrique permanent.

100 cc. d'eau minérale ont été portés à l'ébullition pendant 30 minutes. Après filtration, nous avons ramené au volume initial avec de l'eau bi-distillée. et opéré comme précédemment en effectuant les mêmes dilutions.

Après l'ébullition, l'acide carbonique étant chassé. il ne reste plus en dissolution que les sels de chaux et de magnésie autres que les carbonates. Ce dosage peut donc, bien approximativement il est vrai, donner certaines indications sur la teneur en carbonates de l'eau.

D° hydrotimétrique permanent = 77°

Détermination de l'Alcalinité.

Cent centimètres cubes d'eau de Barbazan ont été portés à l'ébullition pendant 10 minutes. Nous avons ajouté à ce moment deux gouttes de phénol-phtaléine additionnés de 10 cc. d'acide sulfurique N/10 et et titré l'excès d'acide sulfurique par de la soude N/10. Les résultats furent rapportés au litre et exprimés en centimètres cubes d'acide sulfurique N/10.

Alcalinité = 29 cc. $SO^4 H^2$ N/10 par litre.

Détermination de l'alcalinité permanente.

Cette détermination consiste à opérer la même opération que précédemment sur de l'eau préalablement bouillie.

500 cc. d'eau ont été placés dans un ballon à fond rond et portés à ébullition pendant 5 minutes. Après avoir bouché le flacon avec un bouchon traversé par un robinet en position de fermeture, nous avons

laissé refroidir l'eau. Après complet refroidissement, le robinet est mis en position d'ouverture et l'air pénètre dans le ballon.

Nous avons pris 100 cc. de l'eau bouillie et ajouté 10 cc. de $SO^4 H^2$ N/10, porté à ébullition 10 minutes et dosé comme précédemment l'excès d'acide par de la soude N/10 en présence de phénol-phtaléine.

Alcalinité permanente : 10 cc. d'$SO^4 H^2$ N/10 par litre.

EXAMEN DU RÉSIDU DE L'EAU DE BARBAZAN PAR LA MÉTHODE SPECTROGRAPHIQUE

Nous avons complété l'analyse chimique de l'eau de Barbazan par l'examen du spectre ultra-violet du résidu de trente litres d'eau minérale.

La méthode employée fut la méthode à l'arc et lecture du spectre obtenu entre 5.000 et 2.250 A.

En plus des éléments décelés à l'analyse chimique : sodium, potassium, fer, aluminium, silicium, manganèse, magnésium, calcium.

L'analyse spectrale nous a permis d'identifier :

— Du plomb à l'état de traces.

— Du strontium.

— Du gallium en quantité notable.

— Du titane à l'état de traces.

Il est possible que certains éléments métalliques, noyés dans la masse des sulfates et des carbonates alcalino-terreux soient passés inaperçus. Pour déceler ces quantités infinitésimales, il aurait été nécessaire d'opérer des séparations selon les méthodes classiques de la chimie analytique.

RÉSULTATS ANALYTIQUES

(Les résultats sont exprimés en grammes par litre.)

ELEMENTS ELECTROPOSITIFS

Fer (Fe)	0 g. 0010
Aluminium (Al)	0 g. 0004
Manganèse (Mn)	0 g. 0001
Calcium (Ca)	0 g. 596
Magnésium (Mg)	0 g. 1002
Ammonium (NH^4)	0 g. 0005
Potassium (K)	0 g. 0031
Sodium (Na)	0 g. 0119
TOTAL	0 g. 7132

ELEMENTS ELECTRONEGATIFS

Chlore (Cl)	0 g. 007
Brome (Br)	Traces.
Iode (I)	Traces.
ion sulfurique (SO^4)	1 g. 6398
ion phosphorique (PO^4)	Traces.
ion carbonique (CO^3)	0 g. 143
ion silicique (SiO^3)	0 g. 0265
ion arsénique (AsO^4H)	Traces.
ion azotique (NO^3)	0 g. 0006
ion azoteux (NO^2)	Absence.
TOTAL	1 g. 8169
Poids total des éléments électropositifs et électronégatifs	2 g. 530
Résidu à 180°	2 g. 511
Résidu sulfaté	2 g. 551

RÉSULTATS SPECTROGRAPHIQUES

En dehors des éléments cités dans le tableau ci-dessus :

— Plomb.

— Strontium.

— Gallium.

— Titane.

ANALYSE SOMMAIRE DE LA SOURCE SECONDAIRE DE BARBAZAN

Au cours de notre historique nous avons signalé l'existence d'une deuxième source, alimentant en partie l'établissement d'hydrothérapie.

Nous n'avons examiné cette source que d'une manière sommaire. Son émergence dissimulée ne permettait pas une analyse définitive.

Au cours de son cheminement il est possible que cette source soit influencée par des eaux de surface qui modifient plus ou moins sa composition chimique.

Aussi notre travail ne s'est-il borné qu'à quelques déterminations élémentaires.

Déterminations physiques.

Température : 14°,3.

Débit : 12.000 litres par 24 heures.

Déterminations chimiques.

(Les résultats sont exprimés en mg. par litre).

Nitrites	Absence.
Nitrates	Traces.
Sels ammoniacaux	Absence.
Chlorures (ClNa)	9
Degré hydrotimétrique total	31°
Degré hydrotimétrique permanent	21°
Chaux (CaO)	148
Magnésie (MgO)	31
Sulfates (SO^3)	130
Alcalinité (en Co^3Ca)	280
Matières organiques :	
Milieu acide	1,2
Milieu alcalin	1,2
Résidu à 110°	496

CHAPITRE VI

ANALYSE BACTERIOLOGIQUE

Date de prélèvement : 9 mars 1949.

Source Principale.

Colimétrie.	0
Numération.	1
Conclusion.	Très bonne.

Cette analyse confirme les précédentes, et montre l'excellente protection de cette source.

Source Secondaire.

Colimétrie.	80
Numération.	80 plus subtilis.
Conclusion.	Médiocre.

CHAPITRE VII

ETUDE PHARMACODYNAMIQUE DE L'EAU MINERALE DE BARBAZAN

« La chimie est pour les eaux minérales ce que l'anatomie est pour le corps humain, elle ne saurait tout nous révéler.

« C'est la physiologie des eaux qu'il faut approfondir. »

ALIBERT.

BUT DE L'ETUDE

L'eau minérale de la Source Principale de Barbazan est restée longtemps sans indications cliniques bien précises.

Si on soignait, dans cette station, des foules d'affections justiciables ou non d'un tel traitement, parmi lesquelles « la suppression du flux menstruel ou hémorrhoïdal » [39], « les affections dartreuses, l'hémiplégie, la paralysie du bras ou de la jambe » [7], « les extirpations de tœnia » [27], « l'épilepsie » [5], « l'ophtalmie » [16],... de tous temps Barbazan a été la station des intestins engorgés et des foies congestionnés, le témoignage des divers auteurs est unanime.

En 1667, de Froidour [21] :

« Barbazan a une fontaine qui est un peu plus tiède et purge davantage que celle de Capvern. »

En 1811, Saint-André [32] :

« ... L'eau minérale de Barbazan... une de celles qui répondront le mieux à l'attente du médecin lorsqu'il aura à traiter des maladies pour lesquelles il jugera nécessaire de déterminer des évacuations salutaires. »

En 1850, Casaugran [5] :

« Les propriétés curatives de ces eaux se déduisent d'un effet incontestablement apéritif, diurétique et principalement purgatif, aussi en ai-je retiré de bons effets dans les cas de pléthore abdominale qui provoque ou entretient les irritations de cette cavité sous forme de dyspepsie, de constipation, de flatuosités, de douleurs lombaires, d'affections hémorrhoï-

dales, de jaunisse apirétique (*sic*) avec engorgement du foie ou de la rate, et principalement dans le cas de fièvre intermittente, n'importe le type, lorsque le malade tombé de rechute en rechute n'éprouve plus de bons résultats à la quinine. »

En 1851, Verdo [39] :

« Ces eaux sont employées dans les engorgements de viscères abdominaux. »

En 1863, Stradère [35] :

« Nous pouvons donc avancer que les eaux minérales naturelles de Barbazan doivent être fortement recommandées aux fiévreux, aux ictériques, aux hommes d'études, à tous ceux qui mènent une vie sédentaire et à ceux qui sont journellement travaillés par une constipation habituelle. »

En 1891, Forment [20] :

« Sorte de crédo thérapeutique résumant les vertus curatives de la station. La dyspepsie gastro-intestinale par manque de sécrétion ou défaut de tonicité, guérit en vertu de la suractivité sanguine de ces régions. »

« De même la dyspepsie ayant pour cause la paresse de glandes telles que le foie, la rate, le pancréas, ou l'obstruction de leurs conduits par des calculs...

« Guérissent de la même façon les congestions chroniques des glandes, suite de fièvres ou de maladies diverses; de même l'ictère par rétention et l'ictère par troubles fonctionnels. »

En 1902, Sentes [34] :

« L'eau de la Source Principale agit également sur le foie, elle stimule sa fonctoin et permet à cet orga-

ne par la désobstruction des canaux biliaires et de la vésicule de remplir le rôle qui lui est assigné. Elle détermine une excitation de l'élément noble de cette glande et produit ainsi une augmentation notable de la sécrétion biliaire et l'excrétion de la bile. Par son action sur l'intestin elle régularise la circulation de la veine porte et décongestionne ainsi l'organisme. »

En 1925, Dr Malleterre [29] :

« L'action thérapeutique se manifeste surtout dans le domaine de l'élimination rénale et intesti. nale, par la producton d'une véritable saignée urique. Le Docteur Remond (de Metz) en a fait ressortir nettement le rôle diurétique, uropoiétique et surtout eupeptique dont sont justiciables les cas de lithiase biliaire, de goutte, de gravelle et de cystite purulente, de congestion du foie et de la rate. »

En 1926, Dr Girard [24] :

« L'eau de Barbazan agit surtout sur l'appareil urinaire, l'appareil digestif et l'état général.

« Action sur l'appareil urinaire : Cette eau exerce une action diurétique mais elle n'est pas irritante pour le rein, même quand cet organe présente une certaine fragilité. Elle fait tomber à la normale l'acide urique des arthritiques.

« Action sur l'appareil digestif : elle favorise et excite les fonctions stomacales et intestinales. Elle agit sur la motricité de l'intestin et provoque des selles liquides ou semi-liquides, allant du jaune au vert, du vert au blanc muqueux.

« Action générale : l'eau de Barbazan exerce

une lixiviation de l'organisme, une désintoxication, et la tension artérielle se trouve très fréquemment abaissée. »

Vers 1928, le Dr Trey-Signales [38] : Cet auteur cite l'opinion de Dujardin Beaumetz :

« Les eaux de Barbazan sont laxatives, diurétiques et en même temps toniques et reconstituantes en raison du fer qu'elles contiennent. Les propriétés curatives de ces eaux se déduisent d'un effet incontestablement apéritif, diurétique et principalement purgatif. »

En 1929, Dr Bachelier [1] :

« Par une cure de vingt jours, sage, progressive et méthodique, on obtient une régularisation des fonctions du rein, du foie, des intestins. »

En 1933, Dr Delas - Dr Amouroux [9] :

« Les eaux sulfatées calciques de Barbazan permettent de réaliser une cure de désintoxication active et sûre, particulièrement indiquée en cas de rétention azotée, en même temps qu'une régulation très remarquable de la cholestérolémie. »

En 1935, Dr Batmale [2] :

« L'eau de Barbazan est une sulfatée calcique froide. Son affinité très particulière pour l'appareil hépato-intestinal, ajoutée à son action diurétique lui confère des caractéristiques toutes spéciales.

Nous pouvons chaque jour à loisir bien noter son effet laxatif chez les sujets normaux, comme chez les constipés atoniques. Effets toujours obtenus à des doses de 10 à 12 grammes d'eau minérale par kilog de poids du sujet...

... L'eau de Barbazan est également cholérétique et cholékynétique. Deux malades porteuses de cholecystostomies nous en ont apporté la certitude. Une d'entre elles conservant une large fistule depuis 7 ans vit, au cours de ses deux cures, sa sécrétion et son excrétion biliaire se modifier radicalement et tripler de volume. »

Au cours de cette brève énumération des vertus de la source Principale de Barbazan, nous avons pu relever des indications qui paraissent certaines :

— l'action diurétique,
— l'action « hépatique »,
— l'action intestinale.

En dehors des observations fournies par la clinique, jamais aucun contrôle sur des animaux d'expérience ne fut entrepris.

Par contre, un travail physiologique fut réalisé sur des organes « in vitro » par Goldberger [25]. Cet auteur étudia l'antagonisme et la synergie de l'eau de Barbazan avec cerains agents pharmacodynamiques.

A la lecture de ce travail nous avons noté certains points curieux : les divergences enregistrées entre l'éphédrine et l'adrénaline nous paraissent difficiles à admettre, étant donné la forte quantité d'adrénaline utilisée au cours de l'expérimentation.

D'autre part, l'action soit synergique, soit antagoniste, de l'eau de Barbazan avec le chlorure de Baryum parait assez facile à expliquer étant donné que cette eau se classe parmi les sources sulfatées, calciques et magnésiennes.

Il n'en reste pas moins vrai que l'œuvre de Goldberger présente un réel intérêt qu'il nous plait de souligner.

Les faits cliniques et l'étude pharmacodynamique que nous venons de relater nous ont amené à penser qu'une autre expérimentation était possible :

Réaliser l'essai de l'activité de l'eau de Barbazan « per os » sur la diurèse, la fonction biliaire, la motricité digestive, grâce au concours d'animaux d'expériences.

Nous nous sommes cantonnés à ces trois indications majeures.

Techniques.

Nos expérimentations ont été faites sur le chien; devant les difficultés rencontrées pour effectuer notre travail au griffon même, nous avons opéré au laboratoire avec une eau aussi fraichement prélevée que possible.

Les animaux étaient à jeun et anesthésiés au chloralose. Nous utilisions une solution de chloralose à 1 p. 100; les doses injectées étaient de 10 centigrammes par kilog de poids.

Nos expériences étant de longue durée, nous avons été amenés dans certains cas à renouveller l'anesthésique pour éliminer de l'interprétation les résultats dus au réveil.

L'eau de Barbazan était administrée par sonde œsophagienne. Elle était donnée à la température de l'eau bue au griffon par les malades en traite-

ment, à des doses variant de 20 à 30 cm^3 par kilogramme d'animal.

Dans une seconde série d'expériences nous avons injecté l'eau par voie veineuse, ceci dans le but de dissocier certains effets physiologiques.

— Pour l'étude de la diurèse [23] nous pratiquions la fistule des uretères en incisant la peau en dehors de la ligne médiane, au-dessous de l'ombilic, sur une longueur de 5 centimètres.

Après avoir dégagé l'uretère, nous ligaturions la partie terminale s'abouchant à la vessie, nous faisions sur l'uretère une incision en V et introduisions une canule dans la direction du rein.

Nous pratiquions l'enregistrement rhéographique des gouttes d'urine tombant sur la palette d'un tambour enregistreur de Marey.

— Pour contrôler l'action biliaire, nous avons effectué un essai de ligature du canal cystique avec fistule de la vésicule et du cholédoque. Nous avons dû abandonner ce procédé car il traumatise fortement les voies biliaires et a été à l'origine de résultats décevants.

Nous avons dû nous borner à réaliser la fistule du cholédoque seul. Après incision de la paroi abdominale, nous repérions le pylore. A ce niveau, cheminant dans le petit épiploon, nous dégagions le cholédoque sur quelques centimètres et nous y introduisions, après incision en V du canal, une sonde métallique que nous ligaturions solidement.

L'écoulement biliaire était enregistré au moyen d'un rhéographe de Marey.

— Quant à la motricité intestinale, après laparatomie, des ballonnets de baudruche étaient placés à divers niveaux de l'intestin : iléon, jéjunum, colon; les ballonnets remplis d'eau étaient reliés à un manomètre à eau, et l'inscription des mouvements intestinaux était réalisée grâce à un tambour de Marey.

La paroi abdominale était soigneusement recousue sur les tubes de transmission pour éviter toutes causes d'erreurs dues à l'influence de facteurs perturbateurs.

Notons enfin, qu'en règle générale, avant l'administration de l'agent crénothérapique, nous attendions un certain temps (1 heure) pour permettre à l'animal soumis à l'expérience de stabiliser la motricité de son intestin perturbée par l'acte opératoire.

RESULTATS

Nous exposerons nos résultats selon le plan que nous nous sommes imposé au cours de la description des techniques opératoires.

1. DIURESE

Notre expérimentation a permis de mettre en évidence un effet diurétique certain de l'eau de Barbazan.

Nos essais ont porté sur quatre chiens.

Après l'administration de l'eau minérale, nous avons toujours observé un temps de latence pendant lequel la diurèse est fortement inhibée. Cette phase débute en général 10 à 15 minutes après l'ingestion et se poursuit de une heure à une heure trente.

Il apparaît alors un deuxième stade pendant lequel le débit urinaire va s'accentuant pour atteindre un taux dépassant le taux initial.

CHIEN	QUANTITÉ D'EAU administrée cm³/kg.	TEMPS DE LATENCE en minutes	DURÉE de l'augmentation de la diurèse en minutes	% d'augmentation du débit urinaire
N° 4	30 cc.	55	120	35 %
N° 7	25 cc.	120	120	20 %
N° 8	30 cc.	90	180	30 %
RD		150	180	35 %
N° 9	20 cc.			
RG		90	165	30 %

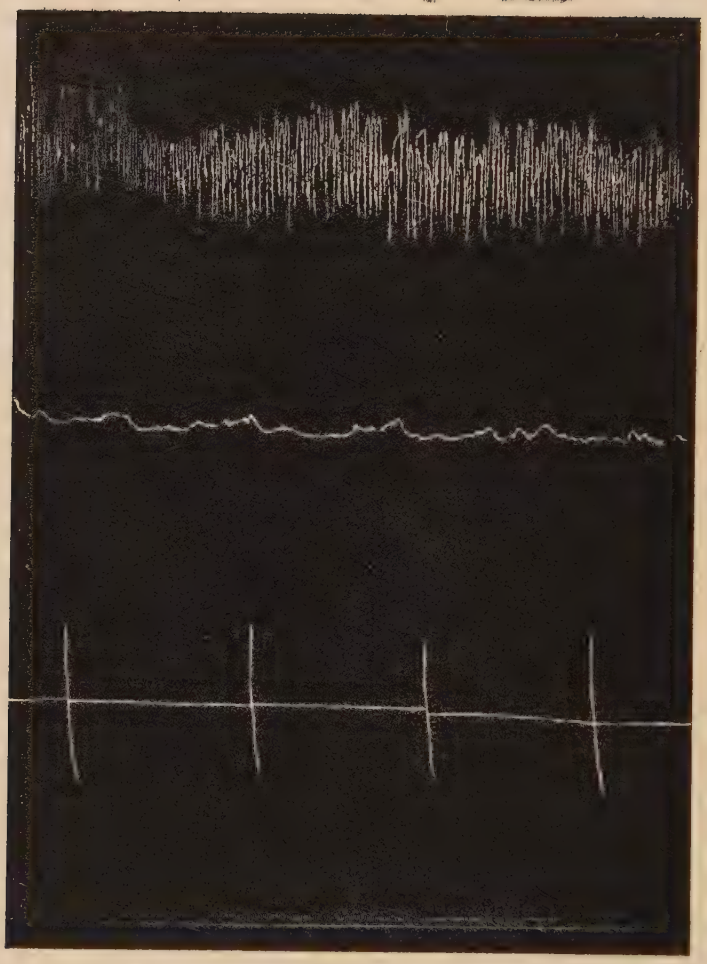


FIGURE I.

16 novembre 1949.

Chien ♀, 13 kilos. Anesthésie au chloralose (0,10 gr. par kg.).
De haut en bas :

Inscription de la pression carotidienne.
Motricité de l'intestin : Colon.
Inscription du débit urinaire.
Temps : 1 seconde.

Avant l'administration de l'eau de Barbazan.

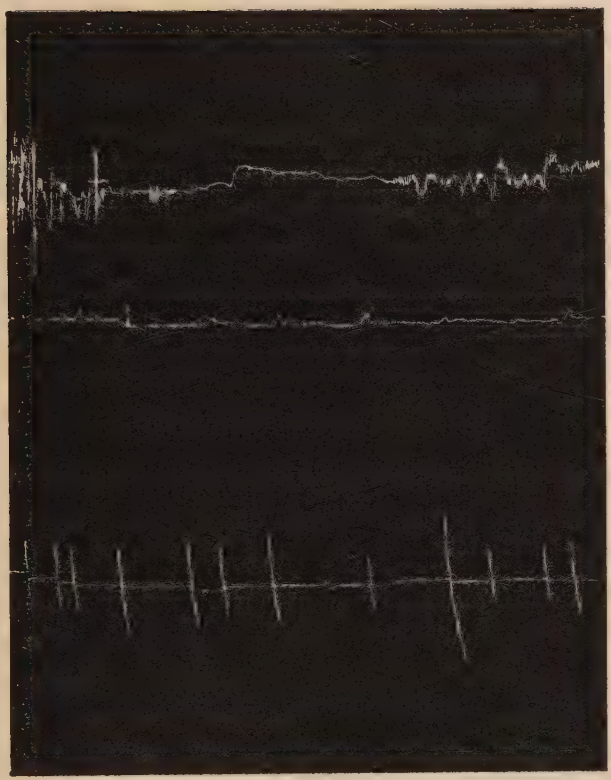


FIGURE II.

Même animal :

Administration de l'eau de Barbazan par sonde œsophagienne : 20 cc. par kilo.

Débit urinaire nettement augmenté 2 heures 30 minutes après l'ingestion de l'eau.

Le procédé d'enregistrement n'a pas permis d'effectuer des mesures quantitatives d'urine et nous n'avons pu de ce fait établir le bilan d'eau : Eau administrée - Eau excrétée.

En conclusion :

Nous pouvons accorder à l'eau de la Source Principale de Barbazan un effet diurétique marqué.

La cause de l'inhibition qui apparaît peu après l'administration de l'eau ne serait-elle pas due à un appel de sels vers la lumière intestinale, cet apport de sels venant compléter l'hypotonicité de l'eau minérale ?

2. FONCTION BILIAIRE

L'activation de la fonction biliaire nous est apparue d'une manière indiscutable au cours de notre travail.

Nos expérimentations ont porté sur huit animaux.

Nous avons relevé parfois après l'ingestion de l'eau une décharge biliaire, mais dans la plupart des cas, l'absorption de l'eau de Barbazan était suivie d'une diminution passagère du flux biliaire variant de trente minutes à une heure.

Après ce temps de latence commençait une augmentation de la sécrétion de la bile soit progressive, soit par salves.

La durée de cet écoulement accéléré variait avec les animaux, mais en général atteignait une heure à une heure trente.

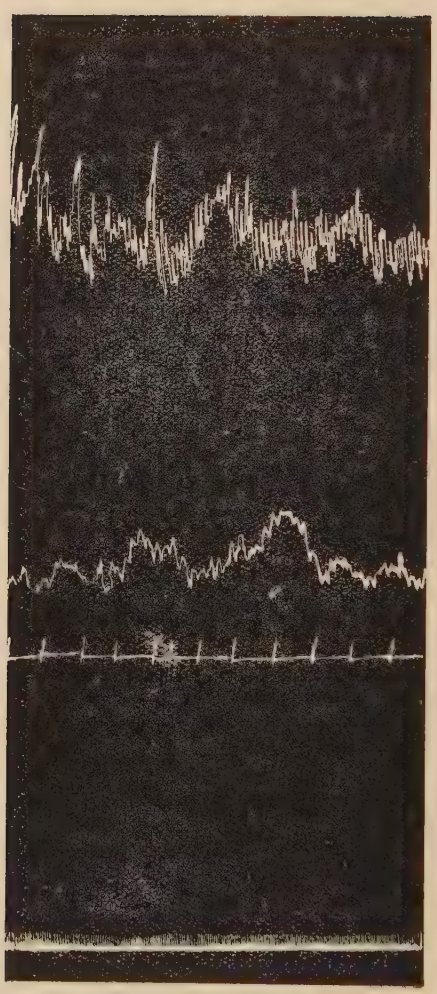


FIGURE III.

5 janvier 1950.
Chien ♀, 12 kilos. Anesthésie au chloralose (0,10 gr. par kg.).
De haut en bas :
Motricité du colon.
Motricité de l'intestin grêle (Jéjunum).
Rhéographie biliaire.
Temps : 1 seconde.

Avant l'administration de l'eau de Barbazan.

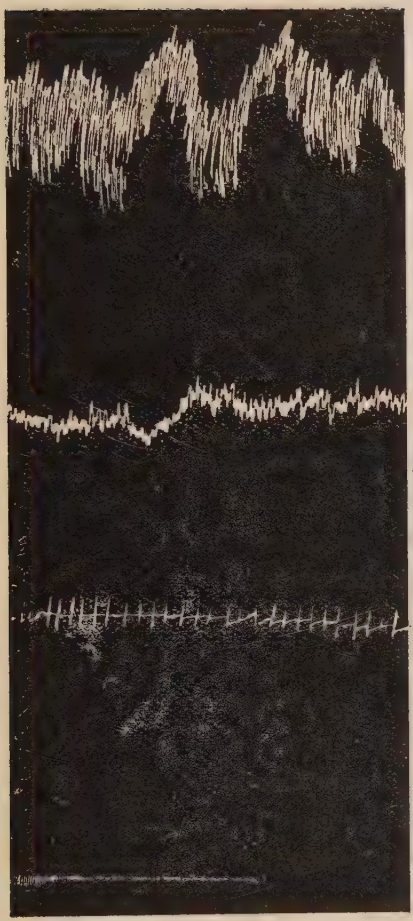


FIGURE IV.

Même animal :

Administration d'eau de Barbazan par sonde œsophagienne : 30 cc. par kilo.

1 h. 30 m. après l'ingestion.

Le flux biliaire s'est nettement accéléré.

Dans nos expériences sur des animaux vagotonisés, nous avons enregistré les mêmes phénomènes que sur les chiens normaux mais, dans ce cas, le rythme de la sécrétion biliaire prenait un aspect plus ou moins irrégulier.

Il semblerait que la vagotonie diminuerait sensiblement le flux biliaire probablement par ralentissement de l'activité vésiculaire.

Il ressort aussi de nos observations que les doses moyennes d'eau thermale (20 cc./kg. d'animal) produiraient un effet supérieur aux quantités plus élevées (plus de 30 cc./kg. d'animal). Ces doses massives sembleraient provoquer une inhibition du flux biliaire plus ou moins durable.

A la suite de notre travail nous pouvions nous poser la question suivante :

L'accroissement de flux biliaire était-il la conséquence d'un réflexe nerveux d'origine digestive; d'une libération hormonale au niveau intestinal, libération de sécrétine ou de cholécystokinine, ou bien le résultat d'une modification de la composition du sang à la suite de l'absorption de l'eau minérale ?

Pour essayer de répondre à ces diverses questions nous avons entrepris une deuxième série d'expériences.

Expériences en circulation croisée.

Nous pratiquions sur deux animaux de poids sensiblement égal, une anastomose artério-veineuse qui permettait de placer les deux chiens en circulation croisée. Les animaux étaient solidement attachés

pour éviter tout arrachement des ligatures. Les tronçons de carotide et de jugulaire anastomosés étaient recouverts d'ouate imbibée toutes les 15 minutes de solution de Ringer portée à 37°.

Avant d'être placé en circulation croisée, chaque animal, après anesthésie au chloralose, avait été soumis à une fistule du cholédoque et à une fistule du canal de Wirsung pour contrôler la sécrétion pancréatique. Un ballonnet de baudruche avait été placé après laparotomie au niveau d'un segment intestinal comme dans notre expérimentation antérieure.

Un seul chien recevait l'eau thermale administrée par sonde œsophagienne à la dose de 20 cc. par kilo d'animal.

Nos expérimentations ont porté sur six animaux.

Au cours de ce travail nous avons constaté que le chien donneur (ayant reçu l'eau thermale) et le chien receveur réagissaient au point de vue biliaire d'une façon identique : les sécrétions biliaires des deux animaux étaient excitées à peu près simultanément.

L'action bilio-sécrétrice semblerait donc résulter d'un phénomène humoral.

Nous ne pensons pas qu'une libération de sécrétine doive être envisagée, car des fistules du canal de Wirsung pratiquées simultanément n'ont jamais montré le moindre flux de suc pancréatique.

S'agit-il d'une action provoquée par la modification de composition du sang ?

Dans une troisième série d'expériences, nous avons administré l'eau de Barbazan par voie intraveineuse pour essayer de préciser son mode d'action.

Administration par voie intraveineuse.

L'eau minérale, administrée par voie sanguine au moyen d'une canule placée dans la veine saphène. était au préalable rendue isotonique au sérum sanguin par addition de chlorure de sodium.

L'eau de Barbazan présentant une teneur en sels minéraux de 2 g. 51 par litre, nous ajoutions 6 g. 50 de chlorure de sodium.

Les quantités d'eau isotonique injectées variaient de 10 cm^3 à 20 cm^3 par kilo d'animal.

L'injection était poussée très lentement, échelonnée sur 15 minutes pour éviter une trop rapide dilution de la masse sanguine.

Notre expérimentation a porté sur trois animaux.

Les résultats furent totalement opposés à ceux obtenus lors de l'administration de l'eau « *per os* ». Nous avons enregistré une diminution notable de la sécrétion biliaire, allant parfois jusqu'à une inhibition totale.

Donc, d'après nos expériences, l'hypothèse la plus vraisemblable pour expliquer le flux biliaire observé à la suite de l'administration d'eau de Barbazan par voie buccale, serait la libération au niveau de l'intestin de cholecystokinine provoquant une chasse vésiculaire.

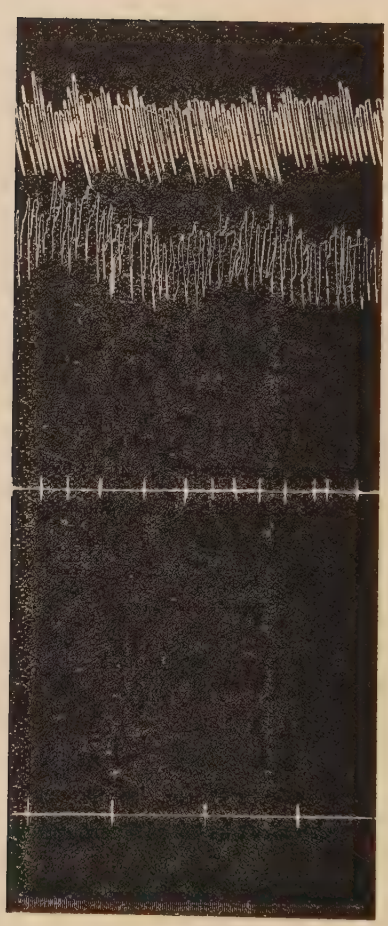


FIGURE V.

10 février 1950.

Circulation croisée entre deux chiens.

Chien A. ♂ : 23 kilos.

Chien B. ♂ : 18 kilos.

De haut en bas :

Motricité de l'intestin grêle du chien A.
Motricité de l'intestion grêle du chien B.
Rhéographie biliaire du chien A.
Rhéographie biliaire du chien B.
Temps : 1 seconde.

Avant l'administration de l'eau de Barbazan.

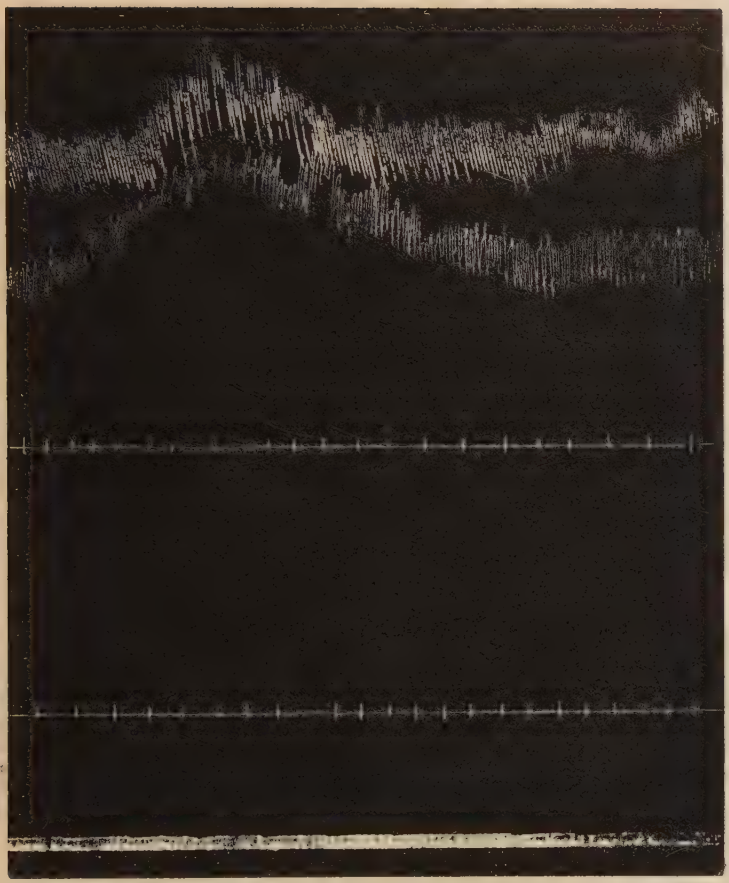


FIGURE VI.

Mêmes animaux :

Chien A. Administration d'eau de Barbazan par sonde œsophagienne. 20 cc. par kilo.

Chien B. Ne reçoit pas d'eau.
Apparition de salves péristaltiques simultanément chez les deux chiens.

Augmentation du flux biliaire nette surtout chez le chien B.

Une heure 10 minutes après l'administration.

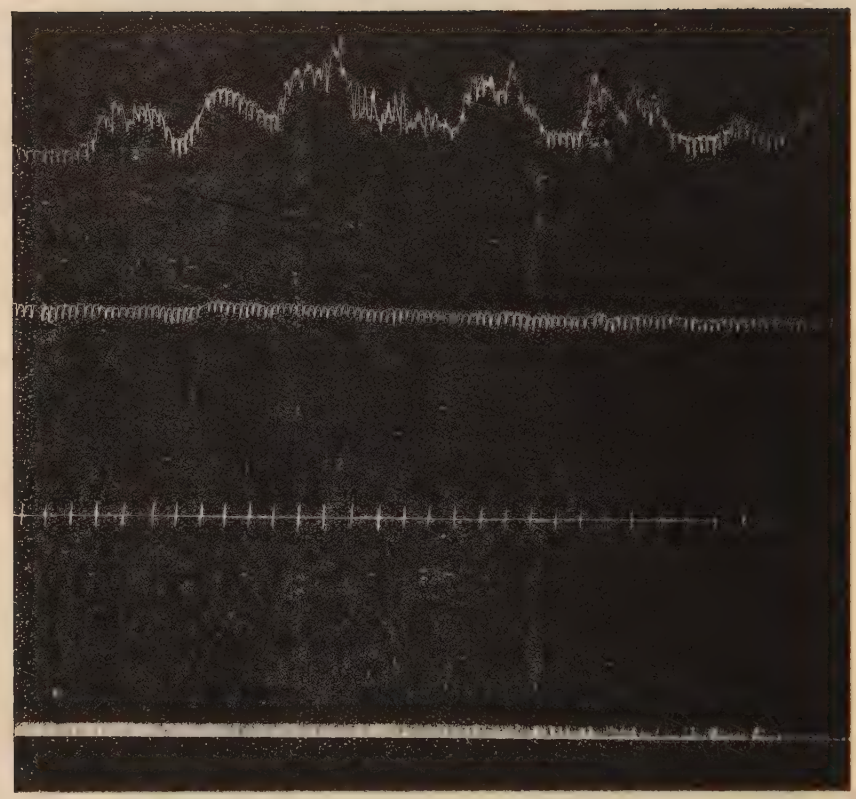


FIGURE VII.

17 mars 1950.

Chien ♀ de 10 kilos. Anesthésie au chloralose (0,10 gr. par kilo).

De haut en bas :

Motricité de l'intestin grêle.
Motricité du Côlon.
Rhéographie biliaire.
Temps : 1 seconde.

Avant l'administration de l'eau de Barbazan par voie intraveineuse.

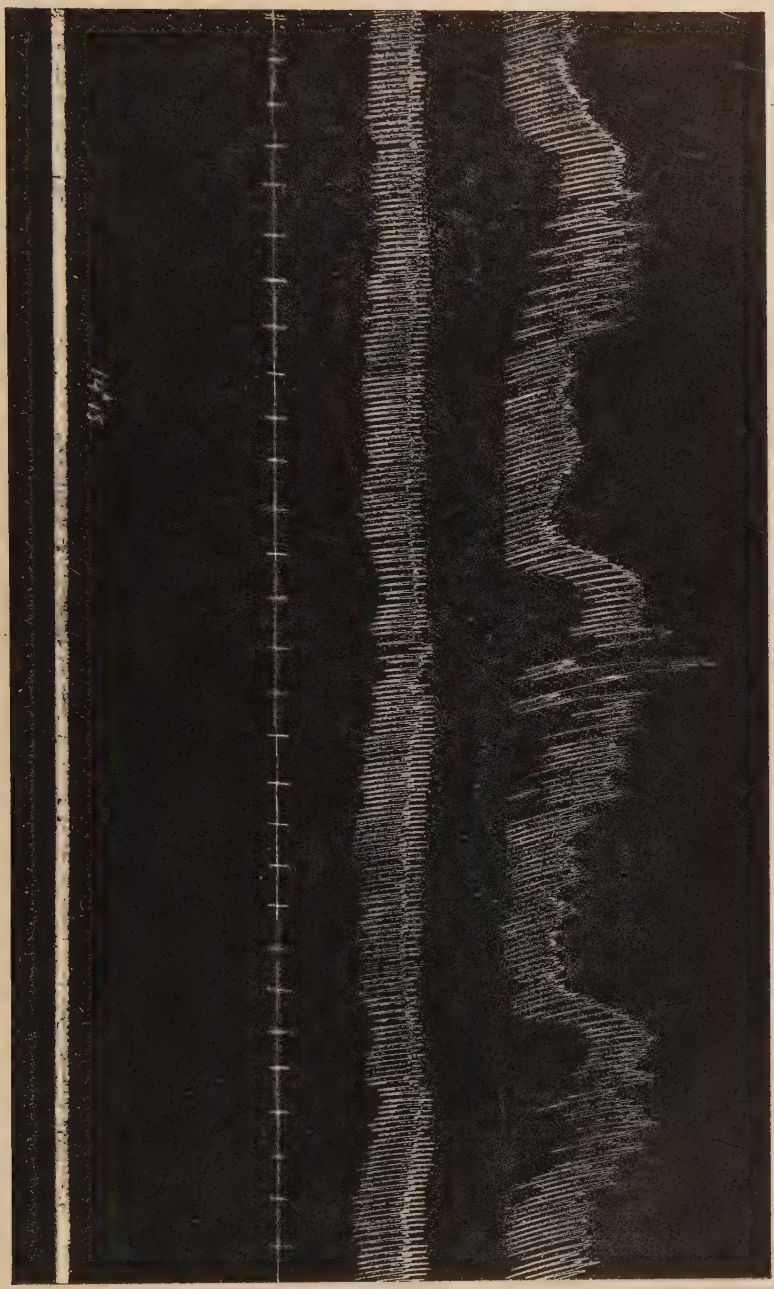


FIGURE VIII.

Même animal :
Une heure après l'administration d'eau de Barbazan en injection intraveineuse (20 cm³/kg.).
Augmentation nette de la motricité intestinale.
Diminution sensible de l'écoulement biliaire.

NATURE de l'expérimentation	CHIEN	QUANTITÉ D'EAU administrée en cm³/kg.	TEMPS LATENCE en minutes	DURÉE de l'augmentation du flux biliaire en minutes	% d'augmentation du débit biliaire
I					
Expériences simples.	N° 5	30 cc.	25	40	40 %
	N° 6	30 cc.	55	45	60 %
II					
Circulations croisées.	N° 10	20 cc.	60	90	20 %
	et 11	—	30	60 (+)	50 %
	N° 12	20 cc.	65	50	20 %
	et 13	—	45	60	35 %
	N° 14	20 cc.	40 (+)	»	»
	et 15	—	70	90	20 %

3. MOTRICITE DIGESTIVE

Nos expérimentations ont porté sur huit animaux.

Dans tous les cas nous avons obtenu l'apparition de salves péristaltiques et l'élévation du tonus intestinal au niveau des divers segments de l'intestin. Généralement, après l'absorption nous observions une phase de ralentissement du péristaltisme plus ou moins longue, puis se manifestait une phase d'excitation débutant de 15 à 25 minutes après l'administration de l'eau minérale. Dans certains cas, le temps de latence s'avérait beaucoup plus important, s'échelonnant de une heure à une heure trente. L'hyperpéristaltisme apparaissait en moyenne dans l'heure qui suivait l'administration d'eau sulfatée calcique.

CHIEN	Q. EAU cm³ kg./poids	TEMPS DE LATENCE en minutes Intestin grêle	Gros intestin	DURÉE DE LA PHASE D'EXCITATION en minutes Intestin grêle	Gros intestin
N° 1	30	22	10	70	80
N° 2	30	15	15	70	40
N° 3	30	45	50	105	100
N° 4	20	»	110	»	115
N° 5	30	12	10	103	50
N° 6	30	60	»	70	»
N° 7	25	95	»	35	»
N° 8	30	90	»	120	»

Nous avons résumé la fréquence des ondes et leur intensité dans les graphiques suivants :

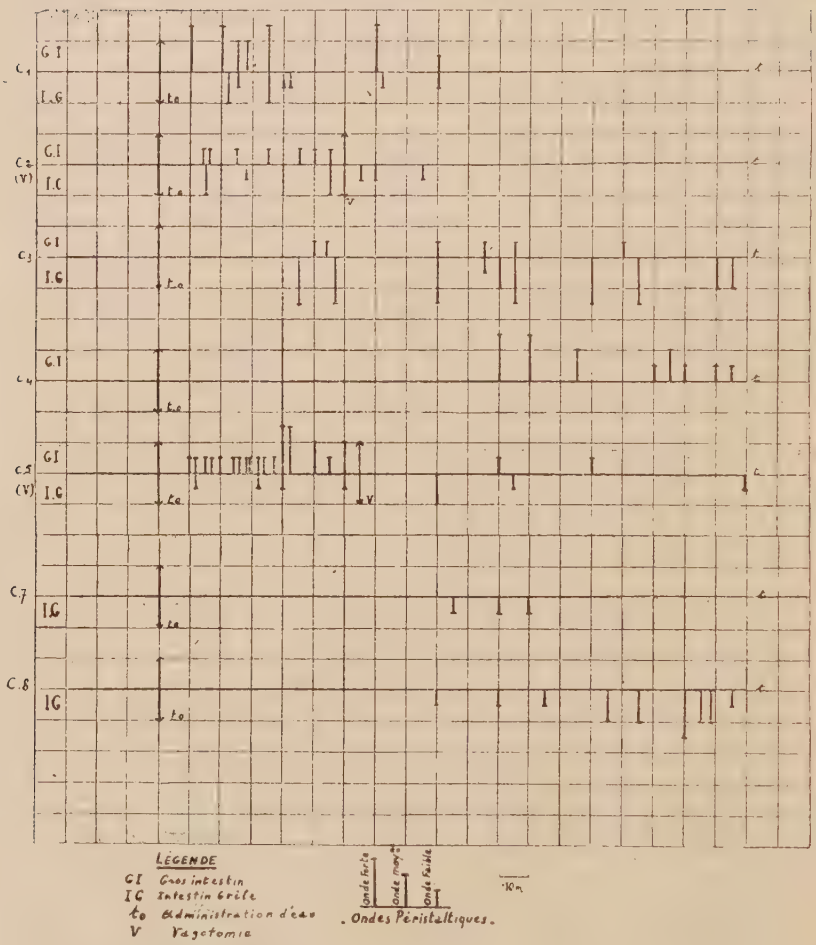
Notation :

Onde très forte. . . . . ▬▬

Onde moyenne. . . . . ▬

Onde faible. . . . . ▬

Administration d'eau « per os ».



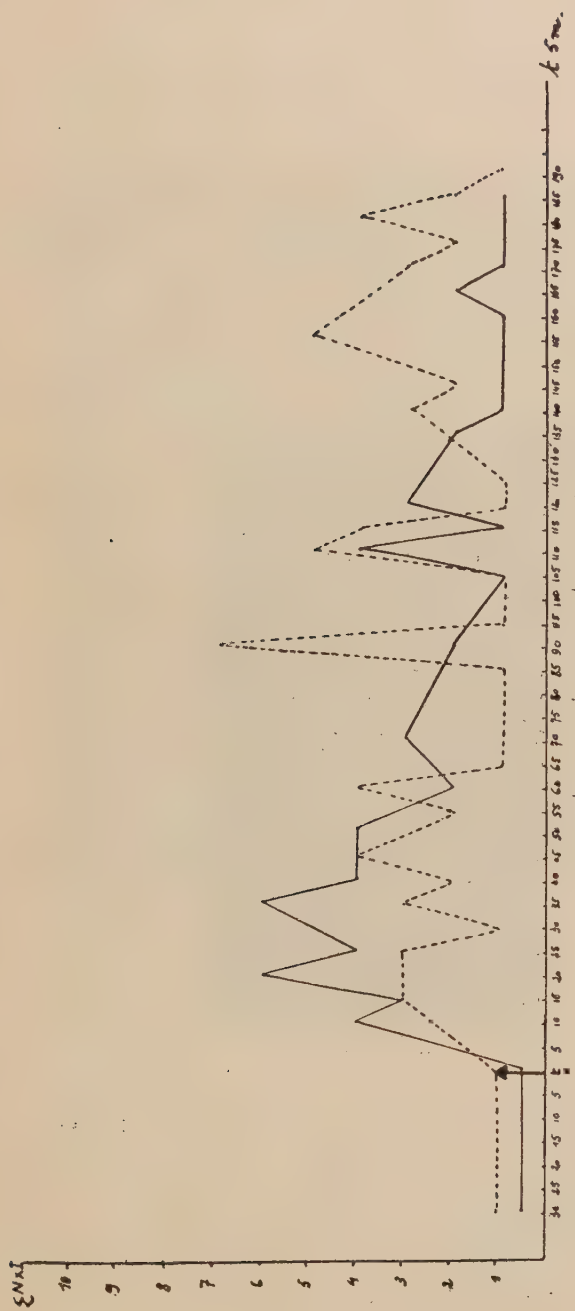
Graphique résumé.

D'après les schémas précédents, pour chaque intervalle de 5 minutes, nous avons fait la somme des salves intestinales.

— Pour les ondes très fortes nous avons attribué le coefficient 3.

— Pour les ondes moyennes, le coefficient 2.

— Pour les ondes faibles, le coefficient 1.



En abscisse : Temps (unité : 5 m.).
En ordonnée : Somme : Fréquence des salves X par intensité.

L'hyperpéristaltisme maxima se produit donc pour l'intestin grêle 90 minutes après l'administration d'eau sulfatée calcique, pour le gros intestin ce maximum est moins accusé.

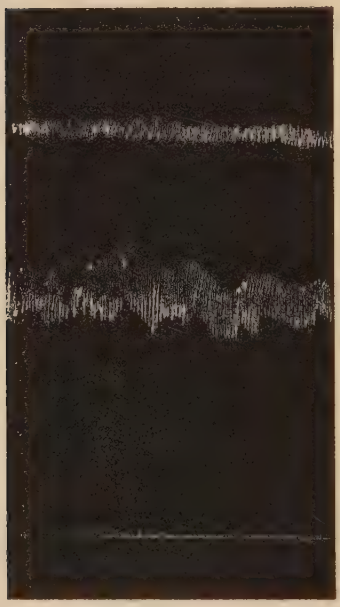


FIGURE IX.

23 novembre 1949.

Chien ♂, 14 kilos. Anesthésie au chloralose (0,10 gr. par kg.). De haut en bas :

Motricité de l'intestin : Colon.
Motricité de l'intestin : Grêle, Iléon.
Temps : 1 seconde.

Avant l'administration de l'eau de Barbazan.

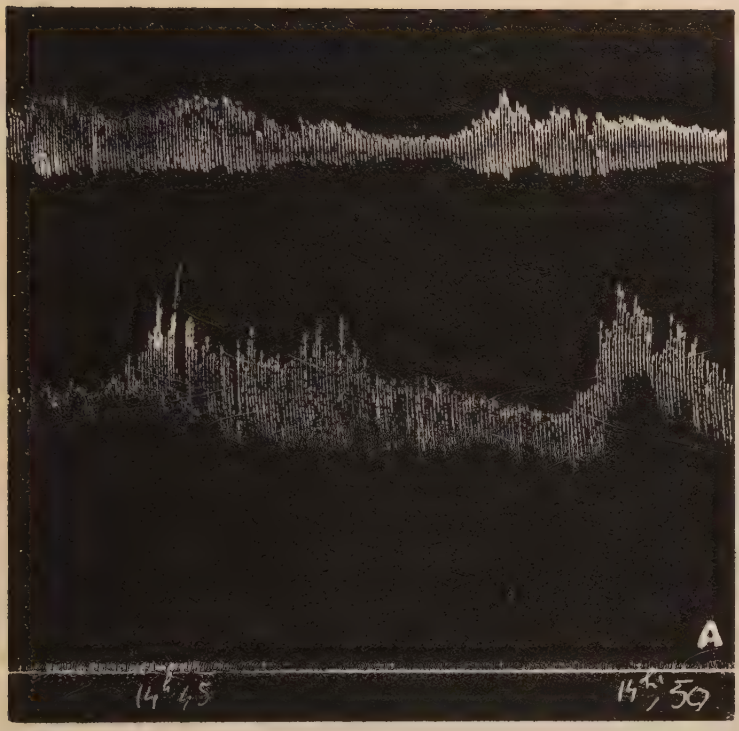
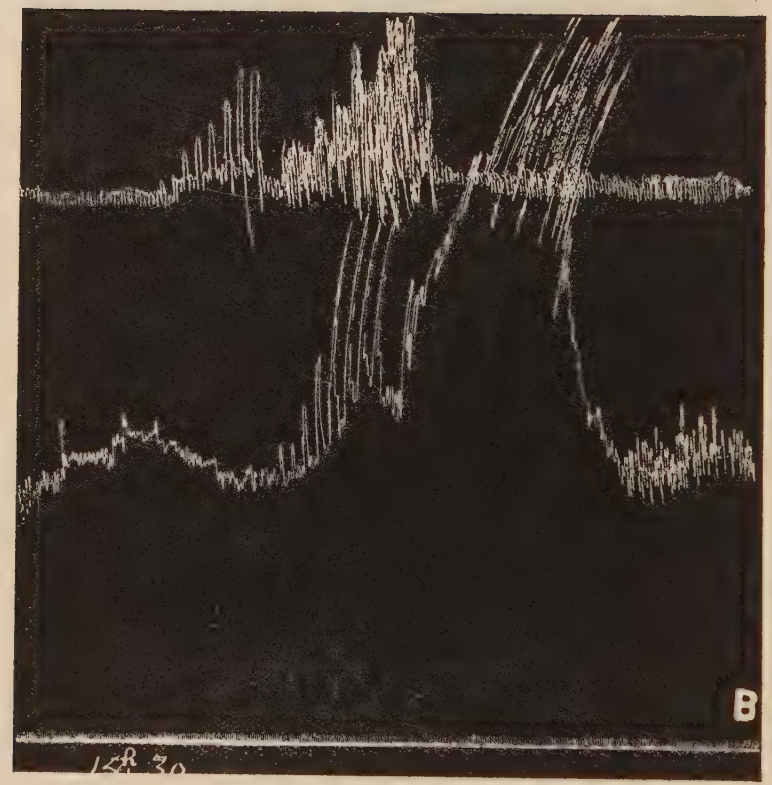


FIGURE X.

Même animal.

Administration de l'eau de Barbazan par sonde œsopagienne : 20 cc. par kilo.

Graphique A. 1 heure 50 minutes après l'ingestion de l'eau. Notable augmentation de la motricité intestinale.



Graphique B. 2 heures 40 minutes après l'ingestion de l'eau. Apparition de salves péristaltiques.

A la suite de ces résultats, nous avons essayé d'élucider le mode d'action de ces eaux sur la motricité digestive.

Expériences en circulation croisée.

Nous avons pratiqué à cet effet des circulations croisées sur six animaux et avons employé les mêmes techniques que pour l'étude de la fonction biliaire. Après l'anastomose veineuse, un seul animal recevait l'eau minérale, et les effets étaient étudiés sur les deux sujets.

L'étude de la motricité digestive semble nous montrer que le phénomène d'action serait humoral car à la suite de l'administration d'eau thermale les motricités intestinales des deux chiens réagissaient d'une manière identique et simultanément. Les durées des phases d'excitation étaient variables et difficilement contrôlables : certains animaux étant morts en cours d'expérimentation.

CHIEN	Q. EAU ADMINISTRÉE sur un seul animal en cm³	TEMPS DE LACTENCE en minutes Intestin grêle	DURÉE DE LA PHASE D'EXCITATION en minutes Intestin grêle
N° 10	20 cc.	10	135
N° 11	—	10	35 (mort en expérimentation)
N° 12	20 cc.	15	73
N° 13	—	16	74
N° 14	20 cc.	10	21 (mort en expérimentation)
N° 15	—	10	25

A la lumière de ces résultats, nous avons pensé que l'agent crénothérapique pouvait agir en modifiant la composition chimique du sang.

Aussi avons-nous pratiqué une nouvelle série d'expériences, en administrant l'eau de Barbazan par voie intraveineuse.

Administration par voie intraveineuse.

Les résultats obtenus lors de cette expérimentation portant sur trois animaux furent analogues à ceux établis lors de l'administration de l'eau thermale au moyen de sonde œsophagienne.

CHIEN	Q. EAU en cm³ par kg/poids	TEMPS DE LATENCE en minutes		DURÉE DE LA PHASE D'EXCITATION en minutes	
		Intestin grêle	Gros intestin	Intestin grêle	Gros intestin
N° 16	20	20	21	155	151
N° 17	20	10	16	145	Phase peu apparente
N° 18	20	15	48	147	47

Notation.

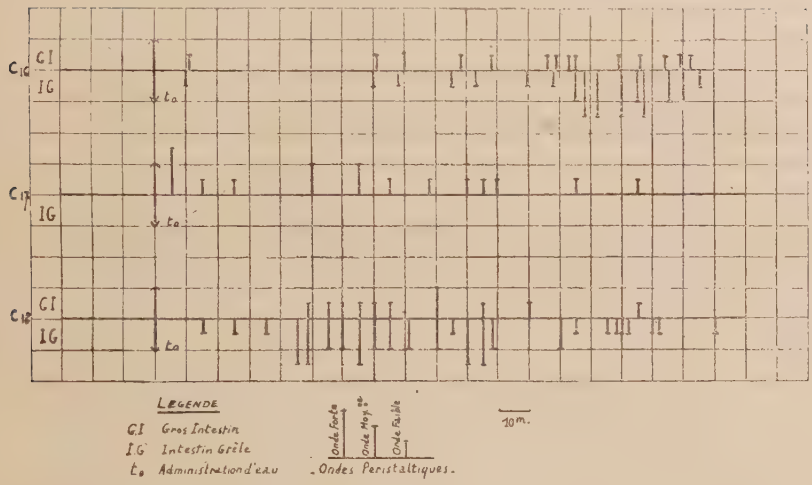
Nous avons résumé la fréquence des ondes intestinales et leur intensité sous forme de graphique en choisissant les notations employées précédemment lors des graphiques représentant les résultats obtenus dans l'expérimentation « *per os* » :

Onde très forte. . . . . ▬▬

Onde moyenne. . . . . ▬

Onde faible. . . . . ▬

Administration d'eau par voie intraveineuse.



Graphique résumé.

Comme dans le paragraphe relatif à l'administration d'eau minérale par sonde œsophagienne, d'après les schémas qui précèdent, nous avons fait la somme des salves intestinales pour chaque intervalle de 5 minutes.

— Pour les ondes très fortes nous avons attribué le coefficient 3.

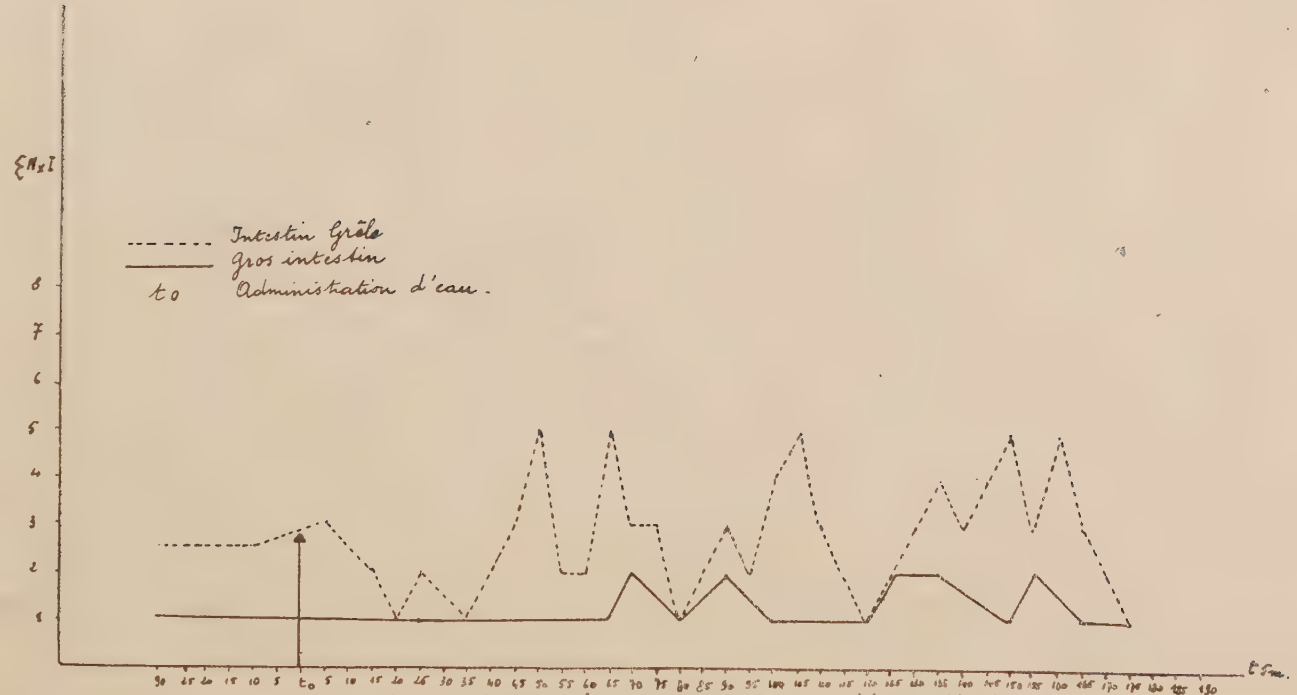
— Pour les ondes moyennes nous avons attribué le coefficient 2.

— Pour les ondes faibles nous avons attribué le coefficient 1.

En abscisse : Temps (unité : 5 m.).

En ordonnée : Somme : Fréquence des salves X par intensité.

Nous voyons d'après ces nouvelles courbes que l'eau de Barbazan administrée par voie intraveineuse, produit un hyperperistaltisme accusé. Toute-



Graphique résumant les variations de la motricité intestinale
(Injection intra-rectale)

fois nous n'enregistrons pas un maxima aussi net que lors de l'administration d'eau par voie intraveineuse.

Nous avons été amené à penser, à la suite de ce travail, que la teneur de certains éléments du sang pouvaient être perturbés, aussi avons-nous examiné le comportement de la Calcémie des chiens soumis à l'administration de l'eau sulfatée calcique de Barbazan. Nous avons choisi l'étude de la calcémie, étant donné la forte proportion de calcium (0 g. 596) contenue dans cette eau minérale. Ce calcium allait-il se révéler résorbable ?

Variations de la calcémie.

L'eau a été administrée dans ce cas par sonde œsophagienne, l'animal ne subissait aucune anesthésie, les prises de sang étaient effectuées à la veine jugulaire.

Nous avons effectué deux prises de sang avant l'administration d'eau, afin de contrôler les calcémies de nos animaux.

Après l'absorption de l'eau, nous faisions quatre prises de sang dans la première heure, deux dans l'heure suivante, enfin la dernière trois heures après.

Pour le dosage du calcium nous avons utilisé la méthode de Kramer-Tisdall modifiée par Clark-Collip [36].

Dans cette technique le calcium est précipité directement du sang sous forme d'oxalate. Ce dernier est titré au moyen de permanganate de potassium.

Technique de la méthode.

Nous introduisions dans un tube à centrifuger :

— 2 cm^3 de sérum clair.

— 2 cm^3 d'eau distillée.

— 1 cm^3 d'oxalate d'ammonium à 4 %.

Après avoir mélangé soigneusement nous laissions au repos pendant 24 heures.

Au bout de ce temps nous centrifugions 5 minutes à 1.500 tours-minute. Le liquide surnageant était soigneusement décanté, et le précipité adhérent au fond du tube était lavé avec de l'eau ammoniacale diluée. Nous avons centrifugé la suspension obtenue. et décanté comme précédemment le liquide surnageant.

Nous avons alors ajouté 2 cm^3 d'acide sulfurique normal et placé le tube au bain-marie bouillant pendant une minute. Le titrage s'effectuait au moyen d'une solution de permanganate de potassium N/100.

Parallèlement nous contrôlions la quantité de permanganate absorbée par 2 cc. d'acide sulfurique N/1. Nous tenions compte du résultat obtenu pour effectuer les corrections.

Résultats.

Notre expérimentation fut réalisée sur deux animaux.

La calcémie de ces chiens a subi au cours de notre expérience une élévation assez notable.

Lors de la première expérimentation, elle était encore relativement élevée 3 heures 30 après l'admi-

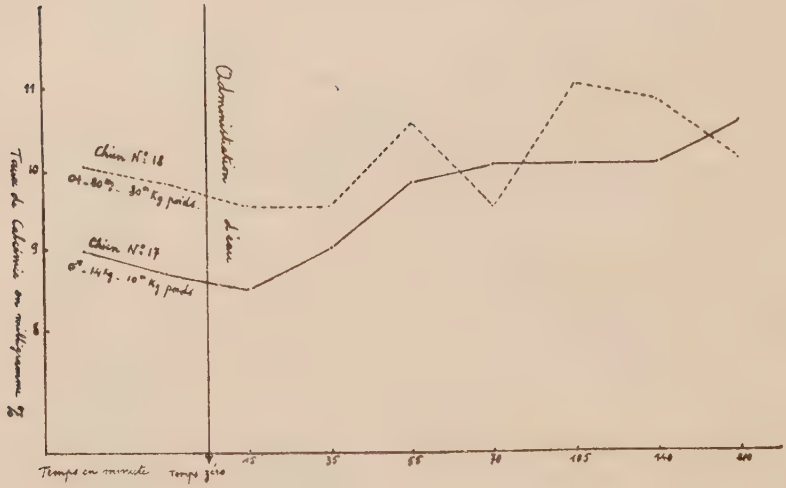
nistration de l'eau minérale, ce qui semblerait montrer que cette hypercalcémie, si elle est transitoire, est néanmoins durable.

CHIEN	Q. EAU kg./poids en cm³	TEMPS ÉCOULÉ APRÈS L'ADMINISTRATION en minutes	CALCIUM en mmg. p. cent cm³ de sérum
N° 19	10	0	9
	»	0	8,7
	»	15	8,5
	»	35	9
	»	55	9,8
	»	70	10
	»	105	10
	»	140	10
	»	210	10,5
N° 20	20	0	10
	»	0	9,8
	»	15	9,5
	»	40	9,5
	»	55	10,5
	»	65	9,5
	»	100	11
	»	135	10,8
	»	205	10,2

Soulignons que l'administration d'eau de Barbazan semblerait installer une légère diminution de la calcémie dans la phase initiale de l'absorption, dans une deuxième phase nous voyons la calcémie atteindre le taux initial puis le dépasser.

Nous avons schématisé ces résultats au moyen du graphique suivant :

Variations de la Calcémie.



En conclusion :

Le fait que la circulation croisée provoque une hypermotricité sur les deux animaux en expérience, permet de penser que l'action hyperpéristaltisante due à l'eau de Barbazan serait le résultat d'un phénomène humoral.

Il est vraisemblable d'après les résultats obtenus à la suite de l'administration d'eau thermale en injection intraveineuse que ce phénomène est lié à une modification de la composition du sang. Nous savons que l'eau de Barbazan est une sulfatée calcique et magnésienne (SO^4 = 1 g. 639 - Ca = 0 g. 596 - Mg = 0 g. 1.002), et l'action des sulfates sur la musculature intestinale est bien connue [40].

Nous pouvons assimiler cette eau à une solution de sulfates très diluée, la réalité de la résorption de

ces sels étant démontrée par notre étude expérimentale sur la calcémie.

L'action hyperpéristaltisante de cette eau, activé à la lumière de notre expérimentation aussi bien « *per os* » qu'en injection intraveineuse, semblerait due à sa teneur en ion SO^4.

Son action laxative résulterait de cet effet hyperpéristaltisant joint à son action chologogue.

CHAPITRE VIII

ETUDE CLINIQUE

Durant la saison thermale 1949, nous avons suivi certains malades, pendant leur cure à Barbazan, au point de vue biologique.

Nos déterminations se sont bornées à des contrôles de l'azotémie et de la cholestérolémie.

Les méthodes d'analyses employées étaient classiques.

Le dosage de l'urée sanguine était réalisé par la méthode à l'hypobromite de soude après défécation du sérum par l'acide trichloracétique.

Pour celui du cholestérol nous utilisions la technique de Grigaut, avec lectures au colorimètre.

Signalons aussi que les curistes, sur lesquels nous exerçions nos contrôles, n'étaient soumis à aucun régime alimentaire.

1^r^ observation.

M. W..., Alger.

Age 45 ans. Poids 60 kilos.

Atteint d'un ictère catarrhal depuis 20 ans.

Amibiase.

Grosse rate.

Foie douloureux.

Les observations cliniques rapportées nous ont été fournies par M. le D^r^ Solier.

7 juillet 1949. — *Urée sanguine :* 0 g. 90 par litre.
Cure : 300 g. d'eau par jour (durée 15 jours).
20 juillet 1949. — *Urée sanguine :* 0 g. 49 par litre.

2e observation.

M. P..., à Bayonne.
Age 65 ans. Poids 70 kilos.
Colonial : 30 ans à Madagascar.
Paludéen.
Gros foie - Céphalée intense.
15 juillet 1949. — *Urée sanguine :* 0 g. 47 par litre.
Cholestérol : 3 g. 45 par litre.
Cure : 700 g. d'eau par jour (Durée 21 jours).
6 août 1949. — *Urée sanguine :* 0 g. 39 par litre.
Cholestérol : 2 g. 30 par litre.

3e observation.

Mme M..., Oran.
Age 60 ans. Poids 76 kg. 500.
Atteinte d'une aortite très grave.
Gros foie douloureux.
Constipation opiniâtre.
18 juillet 1949. — *Urée sanguine :* 0 g. 45 par litre.
Cholestérol : 2 g. 75 par litre.
Cure : 700 g. eau (Durée 21 jours).
8 août 1949. — *Urée sanguine :* 0 g. 34 par litre.
Cholestérol : 1 g. 85 par litre.
Résultats de cure :
— Augmentation de la diurèse.
— Foie moins douloureux et diminué de volume.
— Constipation très améliorée.

4e observation.

Mme R..., Alger.

Agée de 45 ans. Poids 52 kilos.

Atteinte de cholecystite; opérée depuis 12 ans.

Céphalée.

Insomnies.

Inappétence totale.

Gros foie douloureux.

25 juillet 1949. — *Urée sanguine :* 0 g. 38 par litre.

Cholestérol : 3 g. 40 par litre.

Cure : Eau 600 g. par jour (Durée 15 jours).

9 août 1949. — *Urée sanguine :* 0 g. 34 par litre.

Cholestérol : 3 g. 10 par litre.

Résultats : Légère amélioration.

5e observation.

M. L..., Dakar.

Age 47 ans. Poids 95 kilos.

Sujet à une grosse constipation.

Ictère catarrhal.

Gros foie douloureux.

9 août 1949. — *Urée sanguine :* 0 g. 32 par litre.

Cholestérol : 3 g. 50 par litre.

Cure : 1.000 g. d'eau par jour (Durée 21 jours).

30 août 1949. — *Cholestérol :* 2 g. 40 par litre.

Résultats : Deux selles par jour.

Augmentation diurèse.

Diminution des phénomènes douloureux.

6e observation.

Mme M..., Dijon.

Age 52 ans. Poids 47 kilos.

Long séjour en Indochine.

Malade de la vésicule biliaire depuis 1941.

Céphalée intense.

Vomissements tous les matins.

Colibacillose.

Foie douloureux. Grosse vésicule.

Constipation opiniâtre.

Oedèmes de Quink.

27 août 1949. — *Urée sanguine :* 0 g. 47 par litre.

Cholestérol : 2 g. 50 par litre.

Cure : 1.000 g. eau par jour (Durée 15 jours).

13 septembre 1949. — *Cholestérol :* 1 g. 90 par litre.

Résultats : Disparition des vomissements.
Diurèse intense.
Amélioration de l'appétit.
Disparition du sub-ictère.

Interprétations.

A la lumière de ces quelques résultats, nous constatons :

1. *Abaissement de l'azotémie :*

Moyennes au début de la cure.. 0 g. 50 par litre.
Moyennes à la fin de la cure.. 0 g. 40 par litre.

2. *Régularisation de la cholestérolémie :*

Moyennes au début de la cure.. 3 g. 10 par litre.
Moyennes à la fin de la cure.. 2 g. 30 par litre.

CONCLUSIONS

Au terme de cette étude sur l'Eau sulfatée calcique et magnésienne de la Source Principale de Barbazan, essayons de déduire la modeste contribution que nous avons apportée à la connaissance des vertus de cette eau.

I. Physique.

— Le débit de la Source Principale, ainsi que sa température se sont montrés d'une constance satisfaisante.

— Le pH correspond à une eau faiblement alcaline.

— L'indice de réfraction et la densité dont nous n'avons trouvé aucune mention dans nos recherches bibliographiques, serviront à effectuer des mesures de contrôle faciles à réaliser.

— La mesure de la résistivité nous confirme les précédentes déterminations et la constance de cette eau.

— Quant à la radioactivité, mesurée à l'aide d'appareils modernes, elle s'est révélée peu importante et légèrement inférieure aux précédentes déterminations.

II. Chimie.

Nous avons repris et complété les analyses effectuées par les précédents auteurs. Nos résultats, peu différents dans leur ensemble de ceux obtenus par Destrem, en 1901, et par le laboratoire de l'Institut d'Hydrologie de Toulouse, en 1930, prouvent que cette eau a conservé une composition très fixe avec le temps.

Sachant maintenir en toute saison une température et un débit quasi-constants, cette eau sulfatée calcique, magnésienne, s'est révélée d'ailleurs d'une remarquable pureté.

L'analyse spectrographique que nous avons effectuée sur le résidu sec nous a permis d'y déceler certains métaux qui avaient échappé jusqu'ici à l'investigation de l'analyse chimique : Plomb, gallium, titane, strontium.

III. Physiologie.

L'eau de la Source Principale se révèle active sur :

— La diurèse.

— La fonction biliaire.

— La motricité digestive.

— La diurèse fortement élevée, contribue grandement à l'élimination des déchets.

— L'activation de la fonction biliaire semble relever d'un phénomène humoral : libération de cholecystokinine au niveau de l'intestin, provoquant une chasse vésiculaire.

— Quant à la motricité digestive, elle relèverait elle aussi d'un phénomène humoral : modification de la composition du sang.

L'hypercalcémie transitoire qui s'installe après l'administration d'eau thermale témoignerait en faveur de cette hypothèse.

Comme la résorption des sels minéraux contenus dans cette eau, se révèle possible, les sulfates formant la majeure partie de la minéralisation, agiraient sur la musculature intestinale et provoqueraient la phase d'hyperperistaltisme.

L'action laxative résulterait de l'action hyperperistaltisante jointe à l'action cholagogue.

De notre expérimentation, il semble ressortir que les mécanismes réglant l'action bilio-excrétrice et l'action intestinale doivent être différents.

Enfin, l'eau de Barbazan régularise l'azotémie et la cholestérolémie.

Sans prétendre avoir mis en lumière de façon complète les vertus thérapeutiques de l'eau de Barbazan, nous espérons cependant que la contribution que nous venons d'apporter à son étude physique, chimique et biologique, permettront de porter plus haut le renom d'une station qui, par son site et son climat, peut être considérée comme une des plus agréables cités pyrénéennes.

Le Président de la Thèse,
BRUSTIER.

VU : *Le Doyen,*
LEFEBVRE.

Vu et permis d'imprimer.
Toulouse, le 13 juin 1950.

Le Recteur,
Président du Conseil de l'Université,
DOTTIN.

BIBLIOGRAPHIE

[1] Bachelier. — La Station de Barbazan.

[2] Batmale. — La cure de Boisson à Barbazan (Congrès Hydrologie de Bordeaux, 1932).

[3] H. Candelle. — Manuel pratique de Médecine thermale, 1879.

[4] J.-B.-F. Carrère. — Catalogue raisonné des ouvrages qui ont été publiés sur les eaux minérales en général et sur celles de France en particulier, 1785, p. 487.

[5] Casaugran *in* Descaillaux. — Les trois sources de Barbazan et leusr environs, 1854.

[6] Castéran. — *Revue de Gascogne,* 1899. Lettres de M. de Froidour.

[7] Castex *in* Descaillaux. — Les trois sources de Barbazan et leurs environs, 1854.

[8] Decaisne. — Guide médical du voyageur, 1864.

[9] Delas-Amouroux. — Action des eaux sulfurées calciques et magnésiennes de Barbazan sur l'azotémie, la glycémie, la cholestérolémie (Congrès d'Hydrologie de Toulouse, 1934).

[10] J.-C. Descaillaux. — Les trois sources de Barbazan et leurs environs, 1854.

[11] J.-C. Descaillaux. — Lettres aux Docteurs-Médecins, 1er août 1853.

[12] F. Diénert. — Eaux douces et eaux minérales, 1912.

[13] Dieulafé. — Les Eaux sulfatées des Pyrénées Françaises (1901).

[14] Du Clos. — Observations sur les eaux minérales de plusieurs provinces de France, 1670.

[15] Dujardin-Beaumetz. — Dictionnaire de thérapeutique, 1883. Article : Barbazan.

[16] Dulac *in* Descaillaux. — Les trois sources de Barbazan et leurs environs, 1854.

[17] M. Durand Fardel. — Traité des eaux minérales de France et de l'étranger, 1857.

[18] Etienne. — Etude sur les indications des eaux sulfatées calciques et magnésijennes du Sud-Ouest, 1906, p. 29.

[19] Filhol. — Les eaux minérales des Pyrénées, pp. 512-514.

[20] Forment. — Barbazan-les-Eaux, eaux purgatives, 1891.

[21] Froidour (de). — Mémoire du Pays et Etats du Nébouzan.

[22] Garrigou. — Correspondance privée Dr Garrigou - M. Verdier, de Loures. Lettre du 7 mars 1881.

[23] Gautrelet. — Eléments de techniques physiologiques, 1932.

[24] Girard. — Le Comminges thermal et climatique, 1926.

[25] Goldberger. — Recherche de Pharmacodynamie hydrominérale des eaux sulfatées calciques, *Thèse Médecine*, Paris, 1937.

[26] P. Labarthe. — Les eaux minérales et les Bains de mer de la France, 1873.

[27] Labernesse *in* Descaillaux. — Les trois sources de Barbazan et leurs environs, 1854.

[28] Lambron et Lezat. — Les Pyrénées, 1860, tome II, pp. 743, 786, 787.

[29] Maleterre. — La station thermale de Barbazan, 1925.

[30] Metz (Herpin de). — Etude médicale sur les principales sources d'eaux minérales de France, d'Angleterre, d'Allemagne, 1855, p. 362.

[31] Patissier et Boutron. — Manuel des eaux minérales naturelles, 1837.

[32] J.-A.-O. Saint-André. — Topographie médicale du département de la Haute-Garonne, 1813, pp. 129-142.

33 Seignouret. — La station thermale de Barbazan et ses indications thérapeutiques, 1947.

[34] Sentes. — Barbazan : Etude historique, hydrologique, thérapeutique. *Thèse Médecine,* Toulouse, 1901.

[35] Stradère. — Notice sur les eaux minérales, purgatives, fébrifuges de Barbazan, 1863.

36] Tisdall-Kramer *in* Hawk. — Chimie physiologique pratique.

37 F. Touplain. — Analyse des eaux, 1922.

38] Trey-Signales. — Barbazan. Guide médical.

[39] Verdo. — Précis sur les eaux minérales des Pyrénées, 1851.

40] Zuns. — Eléments de pharmacodynamie générale, 1930.

QUESTIONS POSEES PAR LA FACULTE

1. Analyse chromatographique.

2. Législation des eaux minérales.

3. Les Isotopes stables.

TABLE DES MATIERES

1. Introduction. 9
2. Historique de la station de Barbazan. 11
3. Géologie et climatologie. 21
4. Captage de la source principale. 25
5. Mesures physiques. 31
6. Etude chimique. 43
7. Analyse de la source secondaire. 62
8. Analyse bactériologique. 63
9. Etude pharmacodynamique de la source principale. 65
10. Etude clinique. 106
11. Conclusions. 110
12. Bibliographie. 113

CLICHES

1. Action diurétique. 76-77
2. Action sur la fonction biliaire. 80-81
3. Circulation croisée. 86-87
4. Action sur la motricité intestinale et sur la fonction biliaire (administration d'eau par voie intraveineuse). 88-89
5. Action sur la motricité digestive. 94-95-96

ERRATUM

Page 101. - Ligne 2 — Lire buccale, au lieu d'intraveineuse.